

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS

THAIS DA SILVA

**MODELO MULTICRITÉRIO PARA CLASSIFICAÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE
ITENS EM APOIO À GESTÃO DO PORTFÓLIO DE PRODUTOS**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2020

THAIS DA SILVA

**MODELO MULTICRITÉRIO PARA CLASSIFICAÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE
ITENS EM APOIO À GESTÃO DO PORTFÓLIO DE PRODUTOS**

**Multicriteria model for classification and prioritisation of items for product portfolio
management**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestra em Engenharia de
Produção e Sistemas da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Gilson Adamczuk Oliveira
Coorientadora: Profa. Dra. Geocris Rodrigues Dos
Santos

PATO BRANCO

2020



Esta licença permite apenas que outros façam download dos trabalhos licenciados e os compartilhem desde que atribuam crédito ao autor, mas sem que possam alterá-los de nenhuma forma ou utilizá-los para fins comerciais.
Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



THAIS DA SILVA

**MODELO MULTICRITÉRIO PARA CLASSIFICAÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE
ITENS EM APOIO À GESTÃO DO PORTFÓLIO DE PRODUTOS**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Engenharia De Produção E Sistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Gestão Dos Sistemas Produtivos.

Data de aprovação: 25 de novembro de 2020

Prof Gilson Adamczuk Oliveira, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Diego De Castro Fettermann, Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina (Ufsc)

Prof Fernando Jose Avancini Schenatto, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Flavio Trojan, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 25/11/2020.

Dedico este trabalho aos meus pais
Agnaldo e Rosângela.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS) da UTFPR - Pato Branco pela oportunidade de ingressar no mestrado

À empresa, que permitiu que este estudo fosse aplicado, fornecendo dados necessários.

A todos os professores do PPGEPS pela convivência e por toda transmissão enriquecedora dos conhecimentos.

Aos membros da banca, por aceitarem participar da defesa e contribuir com a avaliação final do trabalho.

Aos meus amigos de turma, pela troca de conhecimento e experiências.

Ao meu namorado, pela paciência e compreensão nos momentos de ausência durante a trajetória do mestrado.

Aos meus pais Agnaldo e Rosângela, meus maiores incentivadores, pelo apoio e suporte durante o mestrado e em qualquer outro momento da minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Gilson Adamczuk Oliveira, pelas orientações e contribuições presentes nessa dissertação, pelo apoio, motivação e ensinamentos transmitidos durante o mestrado.

A todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

SILVA, Thaís. **Modelo multicritério para classificação e priorização de itens em apoio à gestão do portfólio de produtos**. 2020, 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal do Paraná. Pato Branco, 2020.

A gestão de portfólio de produtos está cada vez mais presente nas organizações como uma alternativa para viabilizar mudanças e melhorar o controle sobre seus processos, proporcionando uma visão detalhada das estratégias que devem nortear o balanceamento do portfólio e permitir uma alocação adequada dos produtos. A diversidade de produtos que compõem um portfólio induz as organizações a buscarem suportes práticos de métodos que contemplem o seu contexto decisório e auxiliem na tomada de decisão. O processo decisório em relação ao portfólio converge com enfoque da decisão multicritério, visto que essas decisões envolvem vários critérios, muitas vezes conflitantes. Deste modo, o presente estudo tem por objetivo desenvolver um modelo multicritério de classificação e priorização de produtos, visando nortear decisões relacionadas à gestão de portfólio de produtos. Para isso, os procedimentos metodológicos foram orientados por meio de revisões de literatura com a finalidade de identificar métodos, ferramentas e critérios mais utilizados no contexto da gestão de portfólio e nortear a construção do modelo. O modelo proposto no estudo utilizou a abordagem fundamentada em um método multicritério de apoio à decisão, o ELECTRE TRI, para a classificação dos produtos. A implementação do modelo também contou com o apoio do *software* IRIS versão 2.0 para emular os resultados das preferências ditadas pelo decisor e integra o método AHP para definir os pesos dos critérios. A partir dos resultados constatou-se a aplicabilidade e a estabilidade do modelo, que permitiu classificação dos produtos do portfólio em três classes: produtos candidatos a excluir (C_1), produtos derivativos (C_2) e produtos com prioridade (C_3). Foram considerados quatro critérios para a avaliação, definidos como tempo de mercado (g_1), vantagem competitiva (g_2), alinhamento estratégico (g_3) e margem de contribuição (g_4). Após a construção do modelo, foi realizada uma aplicação em uma empresa do ramo metal mecânico. Dos produtos classificados, de um conjunto de 40 itens, verificou-se que 47,5% foram alocados na classe (C_2) indicando potencial para sofrerem algum tipo de alteração ou mudanças incrementais no produto ou no processo a eles relacionado. Em relação às classes (C_1) e (C_3) estas obtiveram um percentual similar de produtos alocados, 27,5% e 25% respectivamente, visto que os produtos da classe (C_1) não obtiveram um bom desempenho quanto ao critério (g_3), que possuía o maior valor de ponderação. Já os produtos alocados na classe (C_3) obtiveram maiores desempenho em relação aos critérios g_2 , g_3 e g_4 , estando de acordo com as estratégias da empresa. Contudo, o modelo permite ao decisor uma visão estratégica mais clara para auxiliar na tomada de decisão com relação ao portfólio de produtos, visando um portfólio balanceado e compatível com as estratégias da empresa.

Palavras-chave: Gestão de portfólio; Portfólio de produtos; Métodos multicritérios; Tomada de decisão; MCDA; ELECTRE TRI.

ABSTRACT

SILVA, Thaís. **Multicriteria model for classification and prioritisation of items for product portfolio management**. 2020, 83 f. Dissertation (Master in Production Systems Engineering) - Graduate Program in Production and Systems Engineering, Federal Technological University of Paraná, Pato Branco, 2020.

Product portfolio management, in recent years, is increasingly present in organizations as an alternative to enable changes and to improve control over their processes, providing a detailed view of the strategies that should guide the balance of the product portfolio and to allow an appropriate allocation of the products. The diversity of products that make up a portfolio induces organizations to seek practical support for methods that assist in decision making. The decision-making process concerning the portfolio converges with the focus of the multicriteria decision since these decisions often involve several conflicting criteria. Thus, the present study aimed to develop a multicriteria classification and prioritization model, serving as a guide to decisions related to the product portfolio management. For this, the methodological procedures were guided through literature reviews in order to identify methods, tools and criteria most used in the context of portfolio management supporting the construction of the model. The model proposed in the study used the approach based on the multicriteria decision support method, ELECTRE TRI, for the classification of products. The model also had the support of IRIS version 2.0 software to emulate the results of the preferences dictated by the decision-maker and the AHP to define the criteria weights. Through the results, it was verified the applicability and stability of the model, which allowed classification of the products into three classes: candidate products to exclude (C_1), derivative products (C_2), and products with priority (C_3). Four evaluation criteria were considered, defined as time to market (g_1), competitive advantage (g_2), strategic alignment (g_3) and contribution margin (g_4). After the construction of the model, an application was made in a company in the metal mechanic branch. Of the classified products from a set of 40 items, it was found that 47.5% were allocated to class (C_2) indicating a potential to undergo some type of incremental changes in the product or process. Concerning classes (C_1) and (C_3) these obtained a similar percentage of allocated products, 27.5% and 25% consecutively, since, products of class (C_1), did not obtain a good performance regarding criterion (g_3), which had the highest weighting value. The products allocated to class (C_3) obtained had higher performance with criteria g_2 , g_3 and g_4 , following the company's strategies. However, the model allows the decision-maker a clearer strategic perspective to assist in decision making regarding the product portfolio, aiming at a balanced portfolio compatible with the company's strategies.

Keywords: Portfolio management; Product portfolio; Multicriteria methods; Decision making; MCDA; ELECTRE TRI.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de modelagem do ELECTRE TRI.	40
Figura 2 - Categorias e limites no ELECTRE TRI.....	41
Figura 3 - Exemplo de estrutura hierárquica do AHP	43
Figura 4 - Matriz comparativa de critérios.	44
Figura 5 - Exemplo de matriz normalizada.	44
Figura 6 - Enquadramento metodológico.	50
Figura 7 - Características do método abordado na pesquisa.	54
Figura 8 - Estrutura do modelo.....	55
Figura 9 - Entrada dos dados.	68
Figura 10 - Matriz de avaliação no software IRIS 2.0.....	69
Figura 11 - Limites superiores e inferiores, limiares de preferência, indiferença e veto.	69
Figura 12 - Pesos dos critérios.....	70
Figura 13 - Resultado da classificação do modelo.	71
Figura 14 - Resultado da classificação dos produtos do portfólio.....	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Critérios identificados na literatura.	28
Quadro 2 - Análise das ferramentas mais utilizadas na GP.....	32
Quadro 3 - Propriedade das relações binárias.	37
Quadro 4 - Situações fundamentais das preferências.	37
Quadro 5 - Situações importantes das preferências do decisor (continua...).....	38
Quadro 6 - Descrição das estruturas de preferência.	38
Quadro 7 - Versões dos métodos da família ELECTRE (continua...).....	40
Quadro 8 - Escala de Saaty (Continua...).	43
Quadro 9 - Índices de consistência aleatória.	45
Quadro 10 - Definição dos critérios.	57
Quadro 11 - Modelo de matriz de comparação.	57
Quadro 12 - Definição das alternativas.	62
Quadro 13 - Definição dos critérios.	63
Quadro 14 – Escala do critério g3	64
Quadro 15 - Escala do critério g4.....	64
Quadro 16 - Matriz de avaliação do AHP.	64
Quadro 17 - Peso atribuído aos critérios.	65
Quadro 18 - Definição das classes.....	65
Quadro 19 - Matriz de avaliação (continua...).....	67
Quadro 20 - Limites entre as classes.	68
Quadro 21 - Análise do modelo com diferentes λ	72
Quadro 22 - Análise do modelo em relação aos pesos dos critérios.	72
Quadro 23 - Estatística dos resultados.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lançamento e exclusão de produtos.....	61
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

GP	Gestão de Portfolio
GPP	Gestão de Portfolio de Produtos
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produtos
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
ELECTRE	<i>Élimination et Choix Traduisant la Réalité</i>
IRIS	<i>Interactive Robustness analysis and parameters' Inference for multicriteria Sorting problems</i>
MAUT	<i>Multi-Attribute Utility Theory</i>
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation</i>
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
GAIA	<i>Geometrical Analysis for Interactive Assistance</i>
MCDA	<i>Multiple Criteria Decision Analysis</i>
BCG	<i>Boston Consulting Group</i>
TI	Tecnologia da Informação
PROKNOW-C	<i>Knowledge Development Process – Constructivist</i>
IC	Índice de Consistência
IR	Índice Randômico
RC	Razão de Consistência

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	16
1.2.1 Objetivo geral	16
1.2.2 Objetivos específicos	16
1.3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA	17
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	18
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 PROJETOS, PROGRAMA E PORTFÓLIO – PRINCIPAIS CONCEITOS	20
2.2 GESTÃO DE PORTFÓLIO	22
2.2.1 Processo de seleção: Critérios e Ferramentas	26
2.2.1.1 Análise das ferramentas de auxílio à gestão de portfólio	31
2.3 MÉTODOS MULTICRITÉRIOS DE APOIO À DECISÃO	35
2.3.1 Tipos de problemáticas	36
2.3.2 Modelagem e estrutura das preferências	37
2.3.3 Classificação dos Métodos de Apoio à Decisão	38
2.3.4 Métodos da família ELECTRE	39
2.3.4.1 Método ELECTRE TRI.....	40
2.3.5 Método AHP	42
2.3.6 Métodos multicritérios na gestão de portfólio	45
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	50
3.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO	50
3.2 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	51
3.3 ESTRUTURAÇÃO DO MODELO	53
3.3.1 Definição das Alternativas	56
3.3.2 Definição e peso dos critérios	56
3.3.3 Definição das Classes	58
3.3.4 Modelagem das Preferências	58
3.3.5 Execução do Método Multicritério	59
4 APLICAÇÃO DO MODELO	60

4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA E CONTEXTUALIZAÇÃO DO SETOR E DA EMPRESA INVESTIGADA.....	60
4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS	61
4.3 DEFINIÇÃO E PESOS DOS CRITÉRIOS	62
4.3.1 Aplicação do AHP	64
4.4 DEFINIÇÃO DAS CLASSES	65
4.5 MODELAGEM DAS PREFERÊNCIAS	66
4.6 EXECUÇÃO DO ELECTRE TRI NO <i>SOFTWARE</i> IRIS 2.0	68
4.6.1 Análise de sensibilidade do modelo	71
4.7 RESULTADOS DA EXECUÇÃO DO ELECTRE TRI NO <i>SOFTWARE</i> IRIS 2.0	73
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS	78

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentados os seguintes tópicos: i) contextualização e problema de pesquisa; ii) objetivos; iii) justificativa e relevância da pesquisa; e iv) delimitação da pesquisa e; v) estrutura da dissertação, correspondendo respectivamente às seções 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 e, 1.5 deste capítulo.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA DE PESQUISA

O desenvolvimento de novos produtos é um fator determinante para manter o crescimento do negócio a longo prazo (RELICH; PAWLEWSKI, 2017). A constante busca pelo incremento das vantagens competitivas induz as organizações a buscarem o aprimoramento da capacidade de desenvolver novos produtos, além de planejar a visão estratégica do negócio por meio de deliberações dos decisores (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999).

A crescente diversidade de produtos exigida pelo mercado requer um gerenciamento abrangente, para manter o alinhamento estratégico e fazer uso eficiente dos recursos (VOSS, 2012). Para as organizações centradas em desenvolvimento, isso envolve a identificação do “melhor” portfólio. Mesmo as organizações possuindo um processo para desenvolver seus produtos, é comum que haja necessidade de adequar seus processos para terem um melhor posicionamento no mercado, seja gerenciando seu portfólio de produtos, alterando sua estrutura de trabalho, ou utilizando métodos e técnicas que facilitem o desenvolvimento de produtos (CAUCHICK MIGUEL, 2006).

Um dos aspectos importantes nesse sentido é a gestão de portfólio está presente nas organizações como uma alternativa para viabilizar mudanças e melhorar o controle sobre seus produtos (UOTANI; HAMZA; BONTEMPO, 2015). Em vista disso, a gestão de portfólio de produtos (GPP) é um tópico importante no processo de desenvolvimento de produtos, pois para atingir uma estratégia de negócios planejada é necessário que as organizações tenham produtos que atendam seus mercados operacionais (JUGEND; LEONI, 2015), sendo este conjunto a soma da linha de produtos atual a novos produtos planejados ou em desenvolvimento (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999).

A GPP baseia-se em métodos que auxiliam e dão suporte para a tomada de decisão, tendo como objetivos a maximização do valor do portfólio, o alinhamento estratégico do portfólio em relação a estratégia do negócio e o balanceamento entre os produtos do portfólio (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999; COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999;

JUGEND *et al.*, 2016; MIKKOLA, 2001; OLIVEIRA; ROZENFELD, 2010; TOLONEN *et al.*, 2015).

Para que as organizações alcancem seus resultados, cada objetivo estratégico deve ser justificado e mensurado por operações e projetos que estejam vinculados a esse objetivo. Assim, as organizações terão a oportunidade de entender se os objetivos estratégicos foram bem medidos, se seus benefícios foram entendidos corretamente e se as expectativas dos tomadores de decisão estão relacionadas à realidade (REGINALDO, 2015).

O processo de tomada de decisão em relação ao portfólio dentro das organizações é responsável não apenas pela determinação dos novos projetos de produtos, mas também por revisões, atualizações e até decisões de descontinuar os produtos que estão sendo produzidos (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999; JUGEND; LEONI, 2015). Além disso, esse processo decisório também define quais projetos de produtos devem ser inseridos, quais produtos serão melhorados, priorizados ou desprivilegiados, bem como quais recursos devem ser alocados (CAUCHICK MIGUEL, 2008).

As decisões referentes ao portfólio são complexas, pois além de fazerem parte do planejamento de desenvolvimento de novos produtos, elas também estão associadas com os valores políticos (MARTINSUO, 2013), o que cria um desafio para a busca do equilíbrio, ou seja, um *mix* ideal de produtos (JUGEND *et al.*, 2016).

Rabechini Jr., Maximiano e Martins (2005) ressaltaram que a Gestão de Portfólio (GP) proporciona uma importante contribuição aos tomadores de decisão das organizações, possibilitando um detalhamento das dimensões estratégicas que irão guiar o equilíbrio do portfólio e permitir a priorização dos produtos, bem como criar meios de controle. A decisão referente aos produtos que devem ser alocados no portfólio, envolve interesses que nem sempre coincidem, ademais, há dificuldades em determinar os critérios de decisão e mensurá-los.

Logo, não é tarefa trivial gerenciar um portfólio de produtos devido a uma série de decisões que levam em consideração atingir os objetivos da gestão de portfólio e manter um *mix* de produtos adequado para um dado nível de recursos corporativos (BRAUM, 2014). Para tanto, o uso de suportes práticos de métodos que contemplem o seu contexto decisório e auxiliem a tomada de decisão com relação ao portfólio de produtos podem ser grandes aliados neste processo.

Nesse contexto, o presente estudo busca propor um modelo para auxiliar nas decisões relacionadas ao portfólio de produto, usando para isso, métodos multicritério de apoio a decisão (MCDA - *Multiple Criteria Decision Analysis*), que possuem o intuito de tornar os problemas mais compreensíveis, facilitando a avaliação das alternativas disponíveis perante os cenários

complexos, de forma estruturada a subjetividade das preferências do decisor na resolução do problema em questão (BEHZADIAN *et al.*, 2010; AMEIDA, 2012).

Gomes, Araya e Carignano (2004) definiram o apoio multicritério à decisão como uma atividade baseada em modelos claramente definidos, que auxiliam na obtenção de elementos de resposta às questões de um tomador de decisão no decorrer de um processo. A utilização de métodos multicritérios, auxiliam na busca de fatores que considerem as necessidades dos gestores. No processo de decisão, é usual que os gestores comparem alternativas entre si para realizar uma escolha, em que, muitas vezes essas escolhas tornam-se conflitantes por possuir diversos critérios, tornando-se necessário o uso de métodos estruturados (TROJAN; MARÇAL; BARAN, 2012).

De acordo com o contexto apresentado, estabeleceu-se para este trabalho o seguinte problema de pesquisa: Como propor uma classificação e priorização de produtos já existentes no portfólio, considerando múltiplos critérios?

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 Objetivo geral

Desenvolver um modelo multicritério de classificação e priorização de produtos, visando nortear decisões relacionadas à gestão de portfólio de produtos.

1.2.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral, têm-se os seguintes objetivos específicos:

- Definir critérios para classificação de produtos;
- Definir para a aplicação os componentes do modelo, como as alternativas, pesos dos critérios e classes;
- Selecionar um método multicritério para alocar os produtos em classes;
- Realizar a aplicação do modelo em um contexto prático, visando ilustrar sua aplicabilidade.

1.3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA

A competitividade a longo prazo de qualquer empresa de manufatura, em última análise, depende do sucesso de sua capacidade de desenvolvimento de novos produtos, alocação de recursos e estratégias de *marketing* (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999). O desenvolvimento de novos produtos possibilita uma posição mais competitiva no mercado, aumentando o desempenho financeiro. Nesse cenário, muitas empresas buscam desenvolver linhas de produtos mais extensas, visando oferecer uma variedade de produtos para seus clientes (WHEELWRIGHT; CLARL, 1992; DANILEVICZ; RIBEIRO, 2013).

Essa diversidade abrange um *mix* de produtos constituído pela linha atual e por projetos de produtos futuros, formando assim, um portfólio (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999). Para Souza (2003) a diversificação da linha de produtos pode acarretar algumas desvantagens, tais como custo de estocagem e alto tempo de *setup*, com forte tendência de se elevarem os lotes de fabricação. Devido a isso, empresas estão buscando mecanismos para melhorar o processo de tomada de decisão em relação ao portfólio.

É a partir desse contexto que diversos estudos buscaram desenvolver, aprimorar ou utilizar métodos e ferramentas para a seleção e priorização de produtos pertencentes a um determinado portfólio. Partindo desse pressuposto, a revisão de literatura conduzida nesta pesquisa mostrou que embora existam diversos métodos e ferramentas que podem ser utilizadas para seleção do portfólio, não há consenso sobre quais são os mais eficazes. Assim, cada organização tende a escolher as técnicas que melhor se adaptam à sua cultura e demais características (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999; GHASEMZADEH; ARCHER, 2000; LOPEZ; ALMEIDA, 2014).

Os estudos apontam práticas diversificadas e métodos para se obter uma performance adequada de portfólio de produtos. Esses métodos quando aplicados influenciam diretamente na avaliação estratégica, de mercado, tecnológica e de fatores de risco assim como para o retorno previsto do investimento realizado (JUGEND *et al.*, 2016). Dentre os métodos de apoio à gestão de portfólio publicados entre o período de 1990 até 2018, houve pouco progresso no sentido de alcançar uma estrutura que considere simultaneamente critérios utilizados para classificar um portfólio, a participação dos decisores e uma sequência de etapas flexível e lógica para aplicação, considerando produtos de linha de um portfólio (DANESH; RYAN; ABBASI, 2017).

Ghasemzadeh e Archer (2000) ressaltam que algumas dessas técnicas não são amplamente utilizadas pois não consideram aspectos relevantes ao processo, são complexas ou

requerem vários dados de entrada. Uma das razões apontadas para a falta de sucesso dos métodos e ferramentas tradicionais da gestão do portfólio é que elas determinam soluções para o problema sem permitir o julgamento e percepção do decisor (GHASEMZADEH; ARCHER, 2000; DANESH; RYAN; ABBASI, 2017).

A classificação de um portfólio de produtos é um problema de tomada de decisão que envolve múltiplos critérios, incluído critérios quantitativos e qualitativos. Determinar valores exatos para esses critérios envolve dificuldades por parte dos decisores, levando em consideração a incerteza e a complexidade que envolve cada produto (RELICH; PAWLEWSKI, 2017). Portanto, a contribuição desta pesquisa está em propor um modelo multicritério para auxiliar nas decisões relacionadas ao portfólio de produtos, com etapas que representam uma forma organizada de tornar o modelo mais eficaz, destacando informações importantes e facilitando sua aplicação. O modelo também se justifica por proporcionar a aceitação da subjetividade como parte do processo decisório, contribuindo para apoiar o decisor a esclarecer suas preferências, para obter melhores resultados.

Em relação à utilização do método ELECTRE TRI, mesmo sendo um método bastante conhecido na literatura, há pouquíssimos estudos relacionados à gestão de portfólio de produtos, no que tange à classificação de produtos (REGINALDO, 2015). Assim, a escolha do método se justifica pelo tipo de problemática, que neste estudo busca alocar produtos em uma determinada categoria, e na estrutura de preferências de pseudo-critério, que está baseado nos modelos de sobreclassificação e se caracterizam por não apresentarem compensação entre os critérios de avaliação.

A contribuição teórica deste estudo para os demais pesquisadores, foi desenvolver um modelo multicritério para classificar e priorizar produtos em classes, auxiliar na definição de critérios em problemas de pesquisa semelhantes e na definição de pesos e limites. A contribuição também refletiu no levantamento dos critérios que envolvem a classificação de produtos oriundos do levantamento bibliográfico, bem como apresentou estudos que envolvem gestão de portfólio e métodos multicritérios utilizados em conjunto.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Conforme exposto, há diversos métodos e ferramentas utilizadas no contexto de gestão de portfólio, decorrentes de adaptações e desenvolvimentos específicos. Dentre os métodos, a pesquisa restringiu-se em utilizar apenas duas abordagens, ELECTRE TRI (*Élimination et Choix Traduisant la Réalité*) que visa tratar a problemática de classificação; e o AHP (*Analytic*

Hierarchy Process) para auxiliar na resolução do problema. A pesquisa também se restringiu em relação à quantidade de produtos que foram classificados, abordando apenas 10,3% do total de produtos contidos no portfólio da empresa tomada como unidade de análise, o que ocorreu por imposição da empresa. Com relação aos dados quantitativos, este também se tonou uma delimitação, visto que a empresa não autorizou a publicação de dados monetários na pesquisa.

Em relação à revisão de literatura teve uma delimitação temporal, que se restringiu em artigos que trataram do tema e foram publicados entre os anos de 1990 até 2018. Outra delimitação consistiu na seleção das bases de dados para as buscas dos artigos, sendo selecionadas bases do portal de periódicos da CAPES, que forneciam ferramentas de buscas com expressões booleanas e permitiam a pesquisa de título, palavras-chave e resumo. Vale ressaltar, que essa delimitação se deu pela quantidade de bases disponíveis para acesso institucional que a UTFPR possibilita.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está estruturada em cinco capítulos: i) introdução; ii) referencial teórico; iii) metodologia da pesquisa; iv) aplicação do modelo e v) considerações finais.

No primeiro capítulo é apresentado o contexto da pesquisa, o problema, os objetivos pretendidos, justificativa e delimitação da pesquisa. O segundo capítulo, trata do referencial teórico, apresentando um contexto sobre gestão de portfólio, suas metodologias e ferramentas e os métodos de decisão multicritério, especialmente o ELECTRE TRI para classificação do portfólio e o método AHP para determinar o grau de importância dos critérios.

No terceiro capítulo consta a metodologia de pesquisa, sendo apresentado os métodos utilizados para o desenvolvimento do estudo, sendo dividido em: enquadramento metodológico, levantamento bibliográfico e estruturação do modelo.

Já o capítulo quatro, apresenta uma aplicação prática do modelo proposto, bem como seus resultados e discussões. Por fim, no capítulo cinco são apresentadas as considerações finais e propostas pra futuros trabalhos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo apresenta-se o referencial teórico, no qual constam os tópicos relacionados aos temas gestão de portfólio e métodos de decisão multicritérios, sendo organizados da seguinte forma: i) projetos, programa e portfólio – principais conceitos; ii) gestão de portfólio; iii) processo de seleção critérios e ferramentas; iv) análise das ferramentas de auxílio à gestão de portfólio; v) métodos multicritérios; vi) tipos de problemáticas; vii) modelagem e estrutura das preferências e; viii) classificação dos métodos de apoio a decisão e; ix) métodos da família ELECTRE, correspondendo, respectivamente, às seções 2.1, 2.2, 2.2.1, 2.2.1.1, 2.3, 2.3.1, 2.3.2, 2.3.3 e 2.3.4 desse capítulo .

Para a revisão de literatura foram realizados dois processos estruturados de busca, seleção e análise de artigos científicos. O primeiro com a finalidade de identificar métodos, ferramentas e critérios mais utilizados no contexto de GPP, e o segundo voltado para a classificação, seleção e priorização do portfólio de produtos, com intuito de identificar a relação entre os métodos multicritérios com a GPP. Ambas pesquisas foram realizadas por meio das bases de dados *SCOPUS*, *Web of Science*, *ScienceDirect*, *IEEE Xplore* e *Scielo*. Também foi realizado o teste de representatividade do portfólio final para analisar as referências mais citadas, e desse estudo, algumas pesquisas foram selecionadas para comporem o referencial teórico. O procedimento para o levantamento bibliográfico está descrito no Capítulo 3.

2.1 PROJETOS, PROGRAMA E PORTFÓLIO– PRINCIPAIS CONCEITOS

Para discutir o tema referente à GP, é necessário que alguns conceitos sobre projetos, programa, portfólio, portfólio de produtos sejam equalizados. Assim, o portfólio pode ser definido como uma coleção de projetos, programas ou operações que são gerenciados em conjunto para facilitar a gestão, a fim de atingir as estratégias do negócio (PMI, 2008). Um portfólio pode conter produtos, projetos individuais, uma série de programas de projetos ou ainda uma combinação de projetos e programas (KILLEN; HUNT; KLEINSCHMIDT, 2006), já os programas são definidos como grupo de projetos relacionados gerenciados de maneira coordenada, e as interdependências entre esses projetos podem requerer escalonamento progressivo ou nivelamento de recursos que é melhor feito em um programa (KILLEN; HUNT; KLEINSCHMIDT, 2006).

Um projeto pode ser estabelecido como sendo um empreendimento provisório, com um bom planejamento, a fim de ser executado e controlado com o objetivo de criar um produto,

serviço ou resultado único (PMI, 2008). Archer e Ghasemzadeh (1999) complementam essa definição, ressaltando que projeto é um esforço complexo, que geralmente possui menos de três anos de duração, é composto de tarefas inter-relacionadas, realizadas por várias organizações, com um objetivo, cronograma e orçamento bem definidos (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999). As características dos projetos podem ser vistas também sob a óptica de conjunto, assim, a administração de um conjunto de projetos é expressa na definição de programas, como um grupo de projetos gerenciados de forma coordenada (PMI, 2008).

Em quase todos os casos, os projetos são iniciados para criar mudanças, desenvolver novos produtos, estabelecer novos processos de fabricação ou criar uma nova organização. Sem projetos, as organizações se tornariam obsoletas, irrelevantes e incapazes de lidar com o ambiente de negócios competitivo de hoje (SHENHAR et al., 2002). Deste modo, os projetos devem ser vistos como uma estratégia de alto valor, iniciadas para criar valor econômico e vantagem competitiva dentro de qualquer organização (SHENHAR et al., 2002). As organizações orientadas por projetos devem ter o cuidado de definir o tipo e o número de projetos que podem executar com os recursos disponíveis (LACERDA; MARTENS; FREITAS, 2016).

Além destes conceitos, é válido considerar a visão sobre portfólio de projetos como um grupo de projetos que são realizados sob o patrocínio e gerenciamento de uma organização em particular (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999). Os portfólios de projetos podem conter diferentes tipos de projetos, como projetos de produtos, projetos de TI, projetos de mudança organizacional ou projetos de infraestrutura, entre outros (VOSS, 2012), e podem ser classificados de várias maneiras: por segmentos de clientes, por gerações de tecnologia ou por famílias de produtos (TOLONEN et al., 2015).

Em relação ao portfólio de produtos, este pode ser definido como o conjunto de produtos que uma empresa utiliza para competir em determinado mercado. Este destaque decorre das evidências de que a linha atual de produtos de uma empresa somada aos seus projetos de produtos futuros, formam um portfólio (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999).

Em vista disso, para desenvolver um portfólio de produtos, o mesmo tem que ser associado a uma perspectiva de natureza estratégica nas organizações no âmbito da gestão de desenvolvimento de produtos. Essa perspectiva compreende o alinhamento das metas e objetivos da empresa, considerando as particularidades do seu negócio, com o conjunto de projetos em desenvolvimento, relacionando esse conjunto com a capacidade da organização em desenvolver novos produtos (MIGUEL, 2008). Deste modo, Rabechini Jr, Maximiano e Martins (2005) enfatizam que para garantir que os projetos escolhidos para comporem o

portfólio de produto atendam aos objetivos organizacionais, é preciso fazer uma boa gestão desse portfólio.

2.2 GESTÃO DE PORTFÓLIO

O conceito da Gestão de Portfólio (GP) surgiu nos anos 50 e, a partir dos anos 70, passou a se tornar uma ferramenta de planejamento empregada pelas empresas. Inicialmente, a gestão de portfólio era utilizada apenas para realizar um gerenciamento equilibrado de alocação de recursos entre as unidades de negócio, e posteriormente, nos anos 80 e 90, as empresas ampliaram o uso para seleção de novos produtos e alocação de recursos em projetos de desenvolvimento de produtos (DICKINSON; THORNTON; GRAVES, 2001).

Assim, diversos autores contribuíram na tentativa de definir a GP. Dentre as definições, a mais empregada é a de Cooper; Edgett e Kleinschmidt (1997), que entendem a GP como um processo dinâmico de decisão, no qual os projetos e produtos de uma empresa são frequentemente avaliados, selecionados e priorizados. Neste processo, novos produtos podem ser inseridos e os existentes podem ser melhorados, suspensos ou inativados. Os autores também ponderam que este processo é caracterizado por incertezas, informações instáveis, múltiplos objetivos e considerações estratégicas de vários decisores (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 2001).

Para Archer e Ghasemzadeh (1999), a GP abrange um conjunto de projetos que são desenvolvidos sob a administração de uma unidade organizacional, e cada projeto pode se relacionar com outros, podendo também ser independente, entretanto, estes devem fazer parte dos objetivos estratégicos da empresa, visando a alocação dos recursos disponíveis. Kendall e Rollins (2003) ressaltam que a GP visa garantir que o conjunto de projetos e produtos escolhidos e mantidos no portfólio deve atender aos objetivos organizacionais.

Deste modo, considerando a GP como parte da dimensão estratégica do desenvolvimento de produtos, cita-se que o mesmo engloba vários processos de tomada de decisão dentro da organização, incluindo revisões periódicas do portfólio, olhando para todo o conjunto de projetos e produtos, comparando todos os projetos entre si e desenvolvendo uma nova estratégia de produto para o negócio (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999; MOREIRA; CHENG, 2010).

O processo de decisão sobre o portfólio dispõe de muitas informações, necessidade de considerações estratégicas, oportunidades diligentes, interdependência entre projetos e múltiplos decisores e partes interessadas. Além disso, este processo desenvolve novas

estratégias para a organização (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999), e essas decisões são importantes para definir a alocação dos recursos para os projetos de novos produtos (MIGUEL, 2008).

Visando compreender melhor este processo de tomada de decisão em relação ao portfólio e no seu alinhamento com a estratégia, estudos anteriores mostraram um consenso de que a GP deve cumprir integralmente três objetivos de desempenho, sendo eles: maximização do valor do portfólio (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999), alinhamento estratégico do portfólio com a estratégia do negócio (CLARK; WHEELWRIGHT, 1993; COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999) e equilíbrio entre os projetos do portfólio (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1997a).

A maximização do valor do portfólio considera os recursos disponíveis e os objetivos do negócio da empresa, a fim de aumentar o retorno do investimento (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 2001, 1997a; JUGEND et al., 2016) . Nesse contexto, o valor máximo do portfólio de produtos refere-se à relação entre a entrada de recursos e a produção de valor, em relação ao objetivo de negócios de uma empresa. Assim, a composição ótima do portfólio em termos de valor varia de empresa para empresa e depende dos objetivos estratégicos e dos mercados em que a mesma atua (KESTER; HULTINK; GRIFFIN, 2014).

Cooper; Edgett e Kleinschmidt (2001) sugerem que as empresas podem obter o valor máximo do portfólio de produtos criando uma lista de projetos ordenados por classificação, usando um dos métodos de pontuação quantitativos do projeto. Dessa lista, as empresas selecionam e desenvolvem esses projetos com o valor mais alto até o limite do orçamento de desenvolvimento (KESTER; HULTINK; GRIFFIN, 2014).

Ao analisar um portfólio, a combinação desejada é um portfólio equilibrado definido como uma variedade de projetos ou produtos que permite que uma empresa alcance os objetivos de crescimento e lucro associados à sua estratégia corporativa sem expor a empresa a riscos indevidos, em que contempla questões como a avaliação do grau de inovação de cada um dos produtos que compõe o portfólio, riscos e recompensas previstos como desenvolvimento desses projetos, segmentos de mercado que cada produto pretende atingir e, prazos de execução (MIKKOLA, 2001; JUGEND *et al.*, 2016). Assim, é necessário garantir um equilíbrio entre os projetos do portfólio, pois normalmente as empresas possuem um grande *mix* de produtos, em seu portfólio (JUGEND; LEONI, 2015) .

Em relação ao alinhamento estratégico, este coordena as estratégias da empresa para um grupo de produtos de forma a considerar os produtos atuais e os projetos de novos produtos que serão responsáveis por viabilizar a estratégia de negócio (MIGUEL, 2008; JUGEND; LEONI,

2015). Desta forma, cada projeto ou produto do portfólio deve apoiar individualmente a estratégia articulada da empresa devendo se adequar a áreas específicas de mercado ou tecnologia, conforme definido pela estratégia de negócios ou inovação da empresa (KESTER; HULTINK; GRIFFIN, 2014).

Com o intuito de atingir esses objetivos de desempenho foram desenvolvidos diferentes *frameworks* de GP, com a premissa de oferecer uma estrutura capaz de orientar o processo de seleção e priorização dos produtos e projetos de novos produtos (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999; CASTRO; CARVALHO, 2010a; COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1997a; RABECHINI JR.; MAXIMIANO; MARTINS, 2005). Esses *frameworks* abordam de uma forma comparativa um projeto/produto com outro, definindo uma ordem sistemática para tomada de decisões, permitindo priorizar aqueles que são mais relevantes (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 2001; PEDROSO; PAULA; SOUZA, 2012).

Dentre os que se destacam como referência na área de gestão de portfólio são os *frameworks* de Archer e Ghasemzadeh (1999) e Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1997b), por se tratarem de estudos amplamente reconhecidos e utilizados pela área acadêmica e pelas organizações. Além destes, outros bem recebidos pela literatura e com grande visibilidade são propostos por Loch e Kavadias (2002); Rabechini Jr, Maximiano e Martins (2005); Castro e Carvalho (2010a); Bitman e Sharif (2008); Mikkola (2001); Danilevicz e Ribeiro (2013) entre outros.

Archer e Ghasemzadeh (1999) propuseram um *framework* flexível com sequência lógica de etapas, abordando a seleção do portfólio como um fluxo de ações influenciadas pela estratégia da organização e pela metodologia de seleção adotada. Neste *framework*, a seleção das propostas de projetos é realizada por meio de cinco fases: *i*) pré-seleção; *ii*) análise individual dos projetos; *iii*) seleção; *iv*) seleção do portfólio ótimo e; *v*) ajuste no portfólio. O resultado final desejado é um portfólio que atenda aos objetivos da organização de forma otimizada, mas com previsões para ajustes de julgamento final que são difíceis de prever e incluir em um modelo.

Logo, a definição de etapas prévias e o monitoramento dos pós-processos facilitam a compreensão da estrutura. Como o *framework* apresenta uma abordagem generalista ele requer adaptações, principalmente em relação aos critérios específicos para projetos de produtos de diferentes setores. Por outro lado, este se caracteriza positivamente pela apresentação explícita das oportunidades de *feedback*, mecanismo importante para o aprimoramento do sistema.

Já o *framework* de Cooper, Edget e Kleinschmidt (1997b) utiliza-se do processo denominado de *Stage-Gate*, sendo um processo estruturado que divide seu desenvolvimento em cinco estágios (*Stages*) separados por pontos de avaliação e decisão (*Gates*) (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 2002). Neste *framework*, a gestão de portfólio é apresentada como a integração entre o modelo PDP e revisão de portfólio. No modelo de PDP, os projetos de produtos são avaliados individualmente, e nesse processo estão os pontos de decisão, momentos em que os projetos/produtos são revisados antes de passar para o próximo estágio. Caso não satisfaçam os critérios necessários, estes são suspensos; e aqueles que atendem são comparados entre si, gerando uma priorização, e recebem recursos para seu desenvolvimento (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1997b).

Na revisão do portfólio todos os produtos ativos, bem como aqueles em espera, são revisados e comparados uns com os outros buscando o alcance dos objetivos estratégicos. Assim como no *framework* de Archer e Ghasemzadeh (1999), este propõe o alinhamento do portfólio com a estratégia da empresa, e presume o balanceamento do portfólio, conforme os critérios pré-definidos. Apesar do *framework* de Cooper, Edget e Kleinschmidt (1997b) apresentar diversas características e evidenciar uma estrutura geral que pode ser adequada a qualquer tipo de organização, este não é compreendido facilmente em relação à aplicação prática, pois não apresenta uma sequência de etapas e escala temporal, podendo ser considerado um dos modelos mais complexos da literatura. Apesar disto, sua aplicação leva ao aprimoramento das práticas de gestão de desenvolvimento de produtos e permite a inter-relação das dimensões operacional e estratégica de novos produtos (MOREIRA; CHENG, 2010).

Com uma visão diferente, o *framework* proposto por Bitman e Sharif (2008) busca identificar os elementos mais importantes para a classificação de projetos de P&D, visando auxiliar as empresas a melhorarem sua vantagem competitiva. A estrutura integra elementos dos sistemas de classificação de projetos de P&D publicados anteriormente, no qual foram validados por profissionais da área. Assim, após a validação, os autores chegaram a uma estrutura formada por cinco perspectivas: razoabilidade, atratividade, capacidade de resposta, competitividade e capacidade de inovação. Cada perspectiva é representada por múltiplos critérios medidos por meio de valores descritivos distribuídos em uma escala padronizada. A estrutura é operacionalizada por um conjunto de ferramentas que consiste em um formulário de avaliação do projeto, matrizes de comparação par a par, um modelo de pontuação ponderada, um *scorecard* e diagramas de radar (BITMAN; SHARIF, 2008).

O *framework* permite que as empresas tenham a liberdade de estabelecer os critérios mais importantes que refletem a realidade vivida por elas. Assim, os revisores marcam os

critérios de cada projeto nos formulários de avaliação e os pesos e pontuações de critérios são repassados para uma planilha de *score*, no qual modelo de pontuação produz uma lista de projetos ordenada por classificação. O *framework* também fornecerá os valores das perspectivas por meio dos diagramas de radar, permitindo que a empresa avalie o quão bem seu portfólio corresponde às metas de P&D (BITMAN; SHARIF, 2008).

Apesar dos *frameworks* tenderem praticamente para os mesmos objetivos, as abordagens sobre a GP muitas vezes são conflitantes (BITMAN; SHARIF, 2008). Mesmo que os autores proponham formas de se implementar a GP ou um processo estruturado para sua execução, Castro e Carvalho (2010b) argumentam que nem todos os métodos ou estruturas são eficazes para todas as organizações. Neste caso, os gestores devem conhecer a necessidade de sua organização, ter um conhecimento prévio em relação aos modelos já desenvolvidos e escolher quais etapas e técnicas são mais adequadas, levando em consideração diversos pontos de vista ao invés de tomarem decisões por meio de poucos conceitos levados ao extremo (BITMAN; SHARIF, 2008; CASTRO; CARVALHO, 2010b).

2.2.1 Processo de seleção: Critérios e Ferramentas

O processo de seleção é uma atividade periódica envolvida na seleção de um portfólio, por meio de propostas disponíveis e projetos em andamento, que atenda aos objetivos da organização de maneira desejável, sem exceder os recursos disponíveis (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999). Na GP, o processo de seleção é constituído por elementos fundamentais, tais como: os critérios definidos para avaliação, seleção e classificação dos produtos do portfólio, e os métodos utilizados para facilitar o processo como um todo (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999; LACERDA; MARTENS; CHAVES, 2014; RABECHINI JR.; MAXIMIANO; MARTINS, 2005).

O primeiro ponto a ser discutido é relativo ao estabelecimento de critérios de decisão necessário para que seja possível a seleção, classificação e priorização dos produtos ou projetos de produtos. A definição dos critérios é uma das etapas mais importantes na gestão de portfólio, pois a escolha equivocada desses critérios pode levar a organização a não conseguir alcançar seus objetivos estratégicos (LOOS; MIGUEL, 2016).

Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1997b) ressaltam que os critérios definidos devem estar alinhados com a estratégia organizacional da empresa e possuir estabilidade em determinado período. A definição dos critérios que serão utilizados para a tomada de decisões, pode variar de acordo com o contexto vivenciado por cada organização, levando em consideração o tipo de

produto ou projeto que estas desenvolvem, assim, os decisores devem definir a importância de cada critério, a respeito do padrão critérios existentes na literatura (CASTRO; CARVALHO, 2010b; LACERDA; MARTENS; FREITAS, 2016).

Vários autores abordaram em seus estudos o tema critérios de decisão (BITMAN; SHARIF, 2008; CASTRO; CARVALHO, 2010a; COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 2001, 1997a; DANILEVICZ; RIBEIRO, 2013; LACERDA; MARTENS; FREITAS, 2016; LIN; HSIEH, 2004; LOOS; MIGUEL, 2016; MIGUEL, 2008; OH; YANG; LEE, 2012; PEDROSO; PAULA; SOUZA, 2012; RABECHINI JR.; MAXIMIANO; MARTINS, 2005). Padovani *et al.* (2008), por exemplo, realizaram um estudo cujo objetivo foi identificar critérios universais de decisão no processo de seleção e priorização de projetos de um portfólio de diferentes empresas. A análise deste estudo permitiu identificar alguns critérios, tais como: complexidade, risco, viabilidade técnica, satisfação dos *stakeholders* e desempenho do projeto. Além disso, apenas o critério de satisfação das partes interessadas foi adotado pelas as empresas.

Com base em um diagnóstico inicial para identificar oportunidades de melhoria na gestão de portfólio de produtos, Loos e Miguel (2016) realizaram uma proposta para seleção e priorização de projeto de produtos fundamentadas em critérios, tais como: importância estratégica, margem de contribuição, volume de venda previsto, estágio de ativo/espera, dificuldade tecnológica e expectativa de vigência. A proposta foi confrontada com a utilização de dados históricos reais, possibilitando que a seleção e priorização de novos produtos ocorressem de forma estruturada e criteriosa.

Adicionalmente, Rabechini JR, Maximiano e Martins (2005) identificaram em seu estudo os critérios que mais contribuíram para a avaliação de projetos. Desta maneira, os critérios de seleção e análise dos projetos foram divididos em dois grupos de fatores: estratégicos e táticos. Os critérios estratégicos foram identificados como: gerador de receita; gerador de lucratividade; melhoria na relação com o cliente; vitalidade; número de clientes; imagem da empresa; porte do cliente; oportunidades/ameaças e grau de aderência estratégica. Já os táticos são: complexidade; riscos; urgência; resultado de curto prazo e alocação de recursos.

Visto que a decisão sobre quais critérios devem ser utilizados depende da situação, tipo de produto e tipo de organização, Archer e Ghasemzadeh (1999) ressaltam que é mais comum o uso de critérios de retorno econômico, tais como: valor econômico adicionado, retorno do investimento e taxa de retorno. Já Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2002) classificam como critérios principais para a priorização de projetos de produtos do portfólio, o alinhamento

estratégico, vantagem do produto, atratividade do mercado, capacidade de alavancar competências essenciais, viabilidade técnica e recompensa *versus* risco.

Castro e Carvalho (2010b) complementam que o desafio para as organizações é difundir a estratégia, tanto de crescimento quanto de melhoria contínua, de forma clara o suficiente para permitir que os critérios de priorização de projetos sejam bem assimilados pelos gerentes e patrocinadores de projetos. Isto leva a uma necessidade de definir claramente os critérios que serão utilizados para a tomada de decisão.

Por meio da exposição dos estudos, nota-se a complexidade dos critérios para o processo de classificação do portfólio de produtos. Devido a isso os decisores devem ser assertivos em relação a suas escolhas, para a efetividade do *framework* no cenário estudado (LACERDA; MARTENS; FREITAS, 2016). A partir da revisão da literatura, foi construído o Quadro 1 contendo os critérios qualitativos e quantitativos identificados e compilados com base nos autores correspondentes.

Quadro 1 - Critérios identificados na literatura (continua...).

CRITÉRIOS QUALITATIVOS		AUTORES
RISCO	Risco de mercado	Padovani, Carvalho e Muscat (2010)
	Risco organizacional	Lin (2007)
	Qualidade	Lin e Hsieh (2004); Reginaldo (2015)
ESTRATÉGICOS	Alinhamento estratégico	Cooper, Edgett; Kleinschmidt (2002); Rabechini Junior, Maximiano e Martins (2005) Castro e Carvalho (2010a); Padovani, Carvalho e Muscat (2010); Reginaldo (2015)
	Relevância estratégica para o cliente	Lin e Hsieh (2004); Castro e Carvalho (2010a)
	Potencial competitivo do produto	Lin (2007)
	Atratividade do mercado	
	Vantagem competitiva	Mikkola (2001); Lin (2007)
	Atuação no mercado	Archer e ghasemzadesh (1999)
OPERACIONAIS	Infraestrutura	Padovani, Carvalho e Muscat (2010)
	Urgência	Rabechini Junior, Maximiano e Martins (2005)
	Complexidade	Rabechini Junior, Maximiano e Martins (2005); Padovani, Carvalho e Muscat (2010)
CRITÉRIOS QUANTITATIVOS		AUTORES
RISCO	Custo do investimento	Szajubok, Alencar e Almeida (2006)
	Valor do investimento	Castro; Carvalho (2010a); Padovani, Carvalho e Muscat (2010)
FINANCEIRO	Volume de vendas	Loos; Cauchick Miguel (2016)
	Margem de contribuição	
	Custo de engenharia P&D	Castro e Carvalho (2010a)
	Taxa de retorno	Archer e ghasemzadesh (1999)
	Alocação de recursos	Archer e ghasemzadesh (1999); Rabechini Junior, Maximiano e Martins (2005);
	Margem de lucro bruto	Castro e Carvalho (2010a)
ESTRATÉGICOS	Ciclo de vida do produto	Padovani, Carvalho e Muscat (2010); Danilevicz e Ribeiro (2013)
	Vantagem competitiva	Mikkola (2001); Lin (2007)
	Tempo de mercado	Sobral (2013); Lee, Lim e Park (2010)
	Capacidade de mercado	Padovani, Carvalho e Muscat (2010)

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Quadro 1 - Critérios identificados na literatura (fim).

CRITÉRIOS QUANTITATIVOS		AUTORES
OPERACIONAIS	Capacidade de equipamento	Padovani, Carvalho e Muscat (2010)
	Disponibilidade de material	Lee, Lim e Park (2010)
	Capacidade de empregado	
	Demanda	SobraL (2013)

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

No que se refere aos métodos e técnicas para a seleção, classificação e priorização do portfólio, a literatura é rica em exemplos. Essas técnicas de seleção são ferramentas poderosas na medida em que permitem que produtos e projetos de produtos em desenvolvimento sejam analisados de maneira sistemática, proporcionando uma oportunidade para a otimização do crescimento e da lucratividade de longo prazo da empresa (MIKKOLA, 2001).

Além disso, a maioria das técnicas e ferramentas de priorização não considera a inter-relação dos projetos, não viabilizando a análise de forma simples, levando muitas organizações a aplicarem mais de uma ferramenta no processo de seleção (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999; GHASEMZADEH; ARCHER, 2000). Na literatura, existem *frameworks* que compartilham o objetivo de fornecer métodos para guiar o processo de seleção do portfólio, dentre essas, se destacam os métodos financeiros, de pontuação, diagrama de bolhas, matriz BCG, métodos utilizando lógica difusa (*Fuzzy*), *buckets* estratégicos e os métodos multicritério de apoio a decisão (MCDA - *Multiple Criteria Decision Analysis*) (CARVALHO; LOPES; MARZAGÃO, 2013; COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999; JUGEND et al., 2016; OH; YANG; LEE, 2012).

Os métodos financeiros englobam técnicas a fim de classificar ou selecionar projetos com base no valor presente líquido (VPL) tradicional, taxa interna de retorno (TIR) e métodos de retorno até vários índices financeiros (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999). Há também os métodos financeiros probabilísticos, estes incluem Simulação de Monte Carlo e árvores de decisão, como o método de valor comercial esperado (ECV) (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999). Apesar destes serem os métodos mais utilizados pelas empresas para a avaliação de projetos de produtos, quando utilizados isoladamente podem resultar em conclusões distorcidas, devido a imprecisões nas informações e a presença de incertezas no processo de decisão (JUGEND; LEONI, 2015).

Já os métodos de pontuação são utilizados para tomar decisões em avaliações de projetos individuais, mas também são aplicáveis à priorização de projetos e ao gerenciamento de portfólios, permitindo que os gerentes personalizem o sistema especificando pesos que funcionam como coeficientes (BITMAN; SHARIF, 2008; COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1997a). Assim, uma lista de critérios é desenvolvida para avaliar os

critérios de projetos que se acredita discriminar entre projetos de alta e baixa prioridade. Os projetos são então avaliados pelos avaliadores em cada critério, normalmente em escalas de 1 a 5 ou 0 a 10. Em seguida, essas pontuações são multiplicadas por ponderações e somadas em todos os critérios para gerar uma pontuação de projeto para cada projeto (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1997a, 1997b).

Em relação aos *buckets* estratégicos, este tem uma forma eficaz de confirmar as alocações orçamentárias e a distribuição de recursos para diferentes tipos de projetos (OH; YANG; LEE, 2012). Essa abordagem pode ser definida em várias categorias ou “*buckets*” de projetos, desde projetos de manutenção, como redução de custos e atualizações de produtos, até inovações revolucionárias. Assim, definir requisitos de portfólio realmente significa definir metas de gastos (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1997b).

Danilevicz e Ribeiro (2013) destacam que dentre as ferramentas utilizadas na GP, a matriz BCG (*Boston Consulting Group*) é a mais tradicional, tendo como objetivo classificar as unidades estratégicas de negócios produtos ou marcas de acordo com as medidas da taxa de crescimento do mercado (alta ou baixa) e a participação relativa no mercado (baixa ou alta) (DANILEVICZ; RIBEIRO, 2013; MIKKOLA, 2001). Neste sentido, a matriz classifica os produtos em quatro citações de crescimento de mercado e participação relativa (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1997a; OH; YANG; LEE, 2012). O quadrante superior esquerdo, indica uma alta probabilidade de sucesso no mercado e uma grande expectativa de grandes recompensas. O quadrante abaixo à esquerda, possui expectativa de grandes recompensas, mas uma baixa probabilidade de sucesso técnico. O quadrante superior direito indica uma grande chance de sucesso técnico, mas um baixo nível de recompensa. Finalmente, o quadrante inferior direito indica um nível baixo em ambas as categorias de sucesso técnico e recompensas (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1997a; OH; YANG; LEE, 2012).

Ao contrário da matriz BCG, que representava as unidades de negócio da empresa em cenários perfeitamente conhecidos, o diagrama de bolhas representa cada projeto individualmente (DANILEVICZ; RIBEIRO, 2013) por meio da plotagem em um diagrama x-y, nele os projetos são categorizados de acordo com o quadrante em que se encontram, e no quadrante é considerado o tamanho da bolha como o montante de recursos a ser empregado (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 2001). As dimensões aplicadas aos eixos podem variar entre as análises, possuindo grande aplicabilidade para o balanceamento do portfólio de projetos (KILLEN; HUNT; KLEINSCHMIDT, 2006).

O método de Lógica *Fuzzy*, baseado na Teoria dos Conjuntos de *Fuzzy* é um sistema de informação baseado em computador interativo, flexível e adaptável, especialmente

desenvolvido para apoiar a solução de um problema de gerenciamento não estruturado na melhoria da tomada de decisões. Ele utiliza dados, fornece uma interface fácil de usar e permite as próprias percepções do tomador de decisão (LIN; HSIEH, 2004). Vale destacar que as informações verbais expressas pelos *stakeholders*, associada à lógica *fuzzy*, transforma a informação verbal em valores numéricos, aumentando o grau de precisão em relação as análises alternativas, apresentando uma melhor precisão no processo de otimização do portfólio (OH; YANG; LEE, 2012).

Há também estudos que propõem o uso de métodos de otimização interligados aos métodos de seleção do portfólio. Neste contexto de aplicação, as primeiras técnicas utilizadas na GP otimizaram o valor comercial de um portfólio dentro de suas restrições de recursos usando um modelo matemático (DICKINSON; THORNTON; GRAVES, 2001). Os métodos por programação matemática são compostos pelas ferramentas de programação linear e não-linear, programação por objetivo e programação dinâmica e consideram em suas avaliações a interdependência entre projetos (CARVALHO; LOPES; MARZAGÃO, 2013). Já no grupo da modelagem estatística encontram-se as ferramentas de métodos probabilísticos e rede bayesiana (CARVALHO; LOPES; MARZAGÃO, 2013). Para os mesmos autores essa modelagem consideram o risco e a incerteza, obrigando a organização a entender cada um dos componentes do sistema e as interações entre eles.

Por fim, tem-se os métodos multicritérios de apoio à decisão, que podem ser vistos como um conjunto de métodos que se prestam a tornar claro um problema, no qual as alternativas são avaliadas por múltiplos critérios, que na maioria dos casos são conflitantes, podendo também ser utilizadas para problemas que envolvem seleção, classificação, ordenação e descrição (CAVALCANT; ALMEIDA, 2005). São diversas as escolas que desenvolveram os métodos MCDA, destacando da escola americana o MAUT (*Multi-Attribute Utility Theory*) e o AHP (*Analytic Hierarchy Process*), e da escola francesa o ELECTRE (*Élimination et Choix Traduisant la Réalité*), o PROMETHE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) e o GAIA (*Geometrical Analysis for Interactive Assistance*) (CARVALHO; LOPES; MARZAGÃO, 2013).

2.2.1.1 Análise das ferramentas de auxílio à gestão de portfólio

Para identificar os métodos, ferramentas e técnicas mais utilizadas como apoio a GP, foram identificados trabalhos que fizeram o uso desses métodos, em contexto de aplicação de estudos de casos. Ao analisar os estudos foi possível observar que os métodos e ferramentas,

quando aplicados, possuem o intuito de alcançar os objetivos de desempenho da GP. Partindo desse pressuposto, foi analisado o conteúdo de publicações relacionadas à GP a fim de identificar quais ferramentas são mais utilizadas pelos autores para atingir cada objetivo. O Quadro 2 apresenta esta análise de forma resumida.

Quadro 2 - Análise das ferramentas mais utilizadas na GP.

OBJETIVOS DE DESEMPENHO	Maximização portfólio			Equilíbrio do portfólio				Alinhamento estratégico				
	Métodos de pontuação	Métodos financeiros	Teoria dos jogos	Gráfico de bolha	Buckets estratégicos	ELECTRE TRI	Matriz de dependência	Matriz BCG	Rede bayesiana	PROMETHEE – II, V	AHP	Fuzzy
AUTORES												
Dickinson, Thornton e Graves (2001)							X					
Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2001)	X											
Mikkola (2001)				X				X				
Lin, Hsieh e (2004)	X											
Rabechini Jr, Maximiano e Martins (2005)				X								
Bitman e Sharif (2008)	X											
Chao e Kavadias (2008)					X							
Zapata, Varma e Reklaitis (2009)		X										
Padovani, Carvalho e Muscat (2010)											X	
Vargas (2010)											X	
Sadeghi Zandieh (2011)			X									
Oh, Yang e Lee (2012)	X				X							
Vetschera e Almeida (2012)										X		
Danilevicz e Ribeiro (2013)								X				
Kiranmaya e Mathirajan (2014)											X	X
López e Almeida (2014)										X		
Jugend e Leoni (2015)		X										
Reginaldo (2015)						X						
Loos e Cauchick Miguel (2016)				X								
Masoumi e Touran (2016)										X		
Yang e Xu (2017)									X			
Chatterjee, Hossain e Kar (2018)											X	X

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Com relação à maximização do portfólio, constatou-se que os métodos de pontuação são os mais empregados pelos autores, seguido dos métodos financeiros. Os métodos de pontuação possibilitam que a equipe envolvida no gerenciamento do portfólio possa analisar, classificar e priorizar os produtos de acordo com o desempenho esperado. Porém, estes métodos não atendem, de modo particular, a nenhum dos objetivos de desempenho da GP. Para que esses objetivos sejam alcançados, os pesos de maior valor devem ser atribuídos para os critérios que

melhor representam esses objetivos. Por exemplo, se a meta a alcançar a maximização do valor do portfólio, os critérios financeiros teriam maior peso em relação aos demais.

O método de pontuação normalmente envolve perspectivas e critérios como elementos (JUGEND; LEONI, 2015). A perspectiva está relacionada aos objetivos da empresa que o portfólio pode ajudar a entender, como vantagem competitiva, inovação e lucratividade. Cada perspectiva pode ser desdobrada em critérios, que são julgados de acordo com o mérito, e os pesos e pontuações podem ser atribuídos a esses critérios (BITMAN; SHARIF, 2008). Outro método comumente utilizado para lidar com o problema de determinação de peso é AHP. Em que os critérios são decompostos em uma hierarquia e a prioridade relativa ou importância dos elementos no nível inferior são determinados por meio de comparação de pares pelo tomador de decisão. Elas são combinadas no próximo nível superior em prioridades relativas naquele nível, até que o nível mais alto seja alcançado (GHASEMZADEH; ARCHER, 2000). Sua aplicação na seleção do portfólio permite que os decisores justifiquem suas escolhas e simulem os resultados (VATGAS, 2010).

Dentre os objetivos de desempenho da GP, os métodos financeiros são os que melhor atendem à maximização do valor do portfólio. Esses métodos visam analisar a maximização do portfólio, com intuito de medir a proporção de recursos utilizados e os retornos dos projetos de desenvolvimento de produtos. Essa análise é realizada por meio da adoção de indicadores financeiros, nos quais os mais empregados pelos autores foram: valor presente líquido, taxa interna de retorno e retorno sobre investimento (AHMAD et al., 2017; JUGEND; DA SILVA, 2014; OH; YANG; LEE, 2012)

Projetos de produtos que apresentam melhores retornos em termos de valor presente líquido e taxa interna de retorno, por exemplo, podem ser priorizados na tomada de decisão e alocação de recursos. A adoção de métodos financeiros facilita uma análise da relação entre os recursos utilizados e os retornos projetados dos projetos de produtos (ZAPATA; VARMA; REKLAITIS, 2009). Neste mesmo segmento, alguns autores integraram outros métodos a fim de maximizar o valor do portfólio, como no estudo de Sadeghi e Zandieh (2011), no qual propuseram um modelo baseado em teoria dos jogos para a GP, com o intuito de otimizar o conjunto de restrições e características e resolver os problemas relacionados com o portfólio.

No que diz respeito ao equilíbrio do portfólio, uma das ferramentas mais utilizadas é o gráfico de bolhas, fornecendo uma representação gráfica da situação atual do portfólio e da distribuição dos recursos. A adoção dos gráficos tem como vantagem o fato da dinâmica dos projetos ser revelada, sendo evidenciadas a necessidade e as oportunidades de futuros desenvolvimentos (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 2001; MIKKOLA, 2001).

Destaca-se também o uso de matrizes, sendo usada como uma ferramenta para analisar um portfólio de projetos de P&D, ligando as vantagens competitivas de uma empresa aos benefícios que esses projetos podem oferecer aos clientes (MIKKOLA, 2001). Mesmo sendo bastante aplicada, a matriz BCG possui dificuldades em medir a participação de mercado e as taxas de crescimento do mercado, incluindo suposições erradas sobre a validade do ciclo de vida do produto, o valor da participação no mercado, o efeito da estrutura do mercado, a estabilidade do mercado, a inter-relação dos segmentos do mercado do produto.

Já os *buckets* estratégicos, mesmo sendo um método tradicional de auxílio na gestão de portfólio, não é muito empregado pelos autores. Porém este método tem uma forma eficaz de confirmar as alocações orçamentárias e a distribuição de recursos para o desenvolvimento de novos produtos (OH; YANG; LEE, 2012), uma das vantagens deste método é a associação entre gastos e metas estratégicas. Já como desvantagem, cita-se a complexidade do método, exigindo muito tempo da dos gestores. Em relação ao ELECTRE TRI sua aplicação permitiu atribuir propostas em classes ordenadas e definidas com base de diferentes critérios de avaliação, auxiliando na escolha do melhor conjunto de projetos candidatos ao portfólio (REGINALDO, 2015).

Em referência ao método PROMETHEE, este é o único método de superação para o qual uma variante específica para problemas de portfólio já foi introduzida na literatura na forma do método PROMETHEE V. O principal problema na aplicação de métodos de superação a problemas de portfólio é que esses métodos requerem uma comparação entre pares de alternativas, o que limita o número de alternativas que podem ser consideradas. No entanto, em problemas de portfólio, cada combinação de itens que atendem a certas restrições é uma alternativa potencial. Isso leva a um grande número de alternativas potenciais (VETSCHERA; ALMEIDA, 2012).

No que tange ao alinhamento estratégico, há um enfoque na utilização da lógica *Fuzzy*, como uma ferramenta de auxílio para lidar com problemas de incerteza dos termos linguísticos, e a diversidade dos níveis de confiança dos tomadores de decisão. A lógica *Fuzzy* é um método é bastante utilizado por quantificar fenômenos imprecisos, ambíguos e vagos (OH; YANG; LEE, 2012). Em referência à rede bayesiana, sua aplicação permitiu simular o efeito do gerenciamento do portfólio no desempenho do desenvolvimento de novos produtos em diferentes cenários (YANG; XU, 2017).

O alinhamento entre estratégia e projetos de produtos é de fundamental importância, sendo que a aplicação de modelos que utilizam métodos multicritério de apoio à decisão são ferramentas poderosas para apoiar o tomador de decisão na solução de problemas que envolvem

a seleção de portfólios (LÓPEZ; ALMEIDA, 2014). No caso do método AHP, verificou-se que seu uso auxiliou na tomada de decisão em relação a seleção, priorização e alocação de recursos em projetos, contribuindo para o alinhamento estratégico e melhorando a troca de informações entre os tomadores de decisão da empresa (PADOVANI; CARVALHO; MUSCAT, 2010). A respeito do método PROMETHE V, este foi utilizado como uma ferramenta para auxiliar na escolha do melhor portfólio de projetos, de forma a conseguir materializar a estratégia formulada em seu ciclo de planejamento estratégico, otimizando os recursos disponíveis (LÓPEZ; ALMEIDA, 2014).

Contudo vale ressaltar, que embora existam diversas técnicas e ferramentas que podem ser utilizadas na análise e seleção dos produtos, não há consenso sobre quais são as mais eficazes. Assim cada organização tende a escolher as técnicas que melhor se adaptam à sua cultura e demais características, e que permitam considerar os atributos dos produtos que acreditam serem os mais importantes (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999; GHASEMZADEH; ARCHER, 2000).

2.3 MÉTODOS MULTICRITÉRIOS DE APOIO À DECISÃO

Os métodos MCDA podem ser definidos como um conjunto de métodos e técnicas, que visam auxiliar a tomada de decisão perante múltiplos critérios (GOMES; GOMES, 2014). Um problema de decisão multicritério, consiste numa situação em que há no mínimo duas alternativas de ação para se escolher, e essa escolha é conduzida pelo desejo de se atender a múltiplos objetivos, muitas vezes conflitantes entre si (ALMEIDA, 2013).

Um quesito importante na utilização do MCDA é a presença de um decisor, que irá estabelecer suas preferências sobre as consequências envolvidas no problema, avaliando de forma integrada, os múltiplos objetivos (ALMEIDA, 2013). Assim, dado um problema de decisão, uma problemática é abordada pelo MCDA.

Gomes, Araya e Carignano (2004) apresentam o apoio multicritério à decisão (AMD) como uma atividade baseada em modelos claramente apresentados, que auxiliam na obtenção de elementos de resposta às questões de um tomador de decisão no decorrer de um processo. Assim, o AMD se torna importante por proporcionar a aceitação da subjetividade como parte do processo decisório, e contribuindo com metodologias para apoiar o decisor a esclarecer suas preferências, para obter melhores resultados (GOMES; GOMES, 2012).

Dificilmente essas decisões são tomadas por um indivíduo, normalmente, as decisões são o resultado de diversas interações entre as preferências de um todo (ROY, 196). Assim esse

grupo de indivíduos é denominado atores do processo decisório, que será constituído pelos indivíduos que influenciam direta ou indiretamente no processo, e assumem um papel fundamental, já que suas preferências serão incorporadas para tomada de decisão (ALMEIDA, 2013). Almeida (2011) apresenta como principais atores do processo: o decisor, o operador, o cliente e o analista, além dos demais stakeholders que podem influenciar de alguma forma.

Dentre estes, o principal elemento em um cenário de tomada de decisão é o próprio decisor, como mencionado anteriormente. Já o operador, objetiva fornecer os dados que serão utilizados para modelar o problema e contribuir com os decisores durante o processo de análise. O cliente é identificado como um intermediador entre o decisor e o operador; e o analista é aquele que entende os mecanismos relacionados ao objeto de estudo, sendo responsável por analisar e auxiliar os decisores na modelagem do problema e suas preferências e identificar fatores que possam interferir na análise.

2.3.1 Tipos de problemáticas

O termo relacionado à problemática, descreve o ponto de vista do analista em relação a forma de como o problema deverá ser abordado. Para o processo de tomada de decisão, é necessário entender o tipo de problemática que à decisão está inserida.

Dependendo da problemática escolhida, o método multicritério poderá ser definido. Roy (1996), estabelece quatro tipos de problemáticas, sendo elas:

- Problemática de seleção ($P\alpha$): tem o propósito de apoiar a decisão pela escolha da melhor alternativa, propondo o menor conjunto de alternativas. O resultado dessa problemática é uma escolha ou procedimento de seleção da melhor ou das melhores alternativas;
- Problemática de classificação ($P\beta$): visa classificar as alternativas dentro de categorias definidas por normas previamente estabelecidas, para explicar a decisão perante a triagem das alternativas. O resultado dessa problemática é um procedimento de classificação;
- Problemática de ordenação ($P\gamma$): tem como objetivo estabelecer uma ordem das alternativas, por meio de agrupamentos em classes de equivalência de todas as ações;
- Problemática de descrição ($P\delta$): busca facilitar o processo de decisão, para que o decisor entenda as possíveis consequências de cada alternativa, resultando assim, em um procedimento de descrição detalhada das alternativas.

Vale ressaltar que esses tipos de problemática não são independentes entre si, e dependendo do tipo de problemática de um estudo, é possível utilizar mais de uma (ROY, 1996).

2.3.2 Modelagem e estrutura das preferências

A modelagem de preferência tem o intuito de estudar a relação de preferência ou indiferença do decisor perante duas ações potenciais. Um modelo de preferência é uma representação de comparação de elementos, sendo utilizado quando as comparações entre as alternativas são realizadas por via de relações binárias. Uma relação binária está associada a duas ações, e descreve a presença ou ausência de determinada propriedade (ROY, 1996).

A relação binária (\mathfrak{R}) no conjunto (A), em que a notação é $a\mathfrak{R}b$ para $(a,b) \in \mathfrak{R}$, são descritas por Gomes, Araya e Carignano (2004) podendo ser apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Propriedade das relações binárias.

RELAÇÃO BINÁRIA	CONDIÇÃO
Reflexiva	se $\forall a \in X$, tem-se $(a, a) \in \mathfrak{R}$
Irreflexiva	se $\forall a \in X$, tem-se $(a, a) \notin \mathfrak{R}$
Simétrica	se $(a, b) \in \mathfrak{R}$ supõe também que $(b, a) \in \mathfrak{R}$;
Assimétrica	se $(a, b) \in \mathfrak{R}$ supõe também que $(b, a) \in \mathfrak{R}^-$ e;
Transitiva	se $(a, b) \in \mathfrak{R}$ e $(b, c) \in \mathfrak{R}$ implicam $(a, c) \in \mathfrak{R}$.

Fonte: Adaptado de Gomes, Araya e Carignano (2004).

Outras situações na modelagem das preferencias são as que o decisor é capaz de revelar ao comparar duas alternativas (ROY, 1996). Gomes, Araya e Carignano (2004), destacam quatro situações fundamentais de preferência do decisor, sendo elas descritas no Quadro 4.

Quadro 4 - Situações fundamentais das preferências.

SITUAÇÃO	DESCRIÇÃO	EXPRESSÃO	RELAÇÃO BINÁRIA
Indiferença (I)	Corresponde à existência de uma equivalência entre duas alternativas, ou seja, o decisor é indiferente entre as alternativas	aIb	Simétrica e Reflexiva
Preferência Estrita (P)	Corresponde em relação as razões claras e objetivas em que o decisor prefere estritamente e sem dúvida uma alternativa do que a outra	aPb	Assimétrica e Irreflexiva
Preferência Fraca (Q)	Corresponde a razões insuficientes do decisor na escolha de uma alternativa em relação a outra ou se essas são indiferentes	aQb	Assimétrica e Irreflexiva
Incomparabilidade (R ou NC)	Corresponde à inexistência de razões claras e objetivas que evidencie as situações antecedentes	aRb	Simétrica e Irreflexiva

Fonte: Adaptado de Gomes, Araya e Carignano (2004).

A combinação dessas quatro situações fundamentais de preferência, deu origem a outras situações importantes. Essa combinação consente criar novas situações em que irão retratar melhor o que ocorre na prática com os tomadores de decisão. Essas novas situações, descritas por Gomes, Araya e Carignano (2004), estão apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Situações importantes das preferências do decisor

SITUAÇÃO	DESCRIÇÃO	CONDIÇÃO (RELAÇÃO BINÁRIA)
Não-preferência (\sim)	Situações de em que as alternativas são indiferentes ou incomparáveis para o decisor	$a \sim b$ se e somente se aIb ou aRb
Preferência (em sentido amplo) (\succ)	Quando o decisor não tem capacidade de definir se há preferência estrita ou fraca entre duas alternativas	$a \succ b$ se e somente se aPb ou aQb
Presunção de preferência (J)	Corresponde a existência de relações que justifiquem a preferência fraca do decisor por uma alternativa e que, no limite, ela pode chegar a indiferença	aJb se e somente se aQb ou aIb
K-preferência (K)	Situação em que o decisor tem uma preferência estrita em relação a uma alternativa ou a incomparabilidade entre elas	aKb se e somente se aPb ou aRb
Superação (S)	Combina as três situações (preferência estrita, preferência fraca e indiferença) sem que o decisor seja capaz de distingui-las	aSb se e somente se aPb ou aQb ou aIb

Fonte: Adaptado de Gomes, Araya e Carignano (2004).

Considerando as propriedades e as relações binárias apresentadas, pode-se estabelecer as principais estruturas de preferência sobre um conjunto de alternativas. Os conceitos a respeito do tipo de estrutura descritos por Vincke (1992), estão apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 - Descrição das estruturas de preferência.

ESTRUTURA	DESCRIÇÃO
Ordem completa	Corresponde a noção intuitiva de classificação das alternativas em que não há possibilidade de empate pelas semelhanças
Pré-ordem completa	Corresponde a noção intuitiva de classificação das alternativas em que há possibilidade de empate
Quase-ordem e ordem de intervalo	Ambas admitem que a relação simétrica não é perfeitamente transitiva em casos extremos (definidos pelo limite da indiferença q)
Pré-ordem parcial	É uma generalização da pré-ordem completa. Permite que exista incomparabilidade na classificação, contudo guardando a transitividade.
Pseudo-ordem	É similar à quase ordem com uma relação binária adicional, na qual corresponde a Q , e se dá pela introdução de um limite de preferência p . Nela são admitidos três tipos de situações: indiferença (I), preferência estrita (P) e a preferência fraca (Q), delimitadas pelos limites de indiferença (q) e de preferência (p).

Fonte: Adaptado de Vincke (1992).

2.3.3 Classificação dos Métodos de Apoio à Decisão

Os métodos multicritério podem ser classificados em três grupos ou famílias de abordagens. Essas famílias são classificadas em abordagem do critério único de síntese, abordagem de

sobreclassificação e abordagem do julgamento interativo (ROY, 1996). A primeira abordagem, permite a definição de uma função que busca agregar valores de cada alternativa sujeita a cada critério, consistindo na agregação de diferentes pontos de vista em uma única função (VINCKE, 1992). Estuda as condições matemáticas de agregação, formas peculiares de função de agregação e a construção do método. Assim, dentre os métodos dessas famílias, destaca-se a Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT) e AHP, aplicados quando os critérios são do tipo compensatórios e que os pesos são calculados. Essa teoria é fundamentada nos princípios axiomáticos, assumindo que todos os estados são comparáveis e que existe transitividade nas relações de preferência (VINCKE, 1992; GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2004).

Em relação à abordagem de sobreclassificação, esta possui características de comparação par a par entre as alternativas, com intuito de explorar uma relação de sobreclassificação entre elas, assumindo também a possibilidade de incomparabilidade na matriz de preferência do decisor (ARAUJO; AMARAL, 2015). Assim, é mais bem avaliada a alternativa que apresentar superioridade na maioria dos critérios (ALMEIDA, 2013). Dentre os métodos dessa abordagem, destacam-se os que se desenvolveram na escola francesa, sendo os métodos da família ELECTRE e o PROMETHEE.

Por fim, na abordagem do julgamento interativo faz-se o uso de modelagens baseadas em programação matemática multiobjectivo. Nesta abordagem, os métodos propostos alternam etapas de cálculos, atingindo sucessivas soluções de compromissos, e passos de diálogos, que são as fontes de informações extras referente as preferências dos decisores (ALMEIDA, 2013).

2.3.4 Métodos da família ELECTRE

Os métodos da família ELECTRE são derivações do primeiro método ELECTRE I apresentado por Bernard Roy em 1968. Esses métodos são fundamentados em índices de concordância de discordância, que são obtidos por meio da ponderação de pesos. Assim, o índice de concordância mensura a vantagem relativa de uma alternativa sobre as demais. E o índice de discordância mede a relativa desvantagem (VINCKE, 1992). Desde o surgimento do primeiro método ELECTRE I, sucederam-se várias outras versões, cada uma sendo aplicada em situações diferentes, conforme demonstra o Quadro 7.

Quadro 7 - Versões dos métodos da família ELECTRE.

VERSÃO	AUTOR (ANO)	DESCRIÇÃO
ELECTRE I	Roy (1968)	Visa selecionar um conjunto de alternativas dominantes (problemática de seleção)
ELECTRE II	Roy e Bertier (1973)	Visa esclarecer a decisão por meio de um ranking das alternativas não dominadas (problemática de ordenação)
ELECTRE III	Roy (1978)	Utiliza o conceito de pseudo-critério, sendo aplicado aos casos em que a família desse conceito se verifica (problemática de ordenação)
ELECTRE IV	Roy e Hugonnard (1982)	Visa ordenar as alternativas, porém não requer a especificação do peso dos critérios. (problemática de ordenação).
ELECTRE IS	Roy e Skalka (1985)	É aplicável aos casos para família de estrutura de pseudo-critério (problemática de seleção)
ELECTRE TRI	Yu Wei (1992)	É aplicável aos casos para família de pseudo-critério, no qual as alternativas são agrupadas em classes pré-definidas, por meio da comparação de cada alternativa (problemática de classificação)

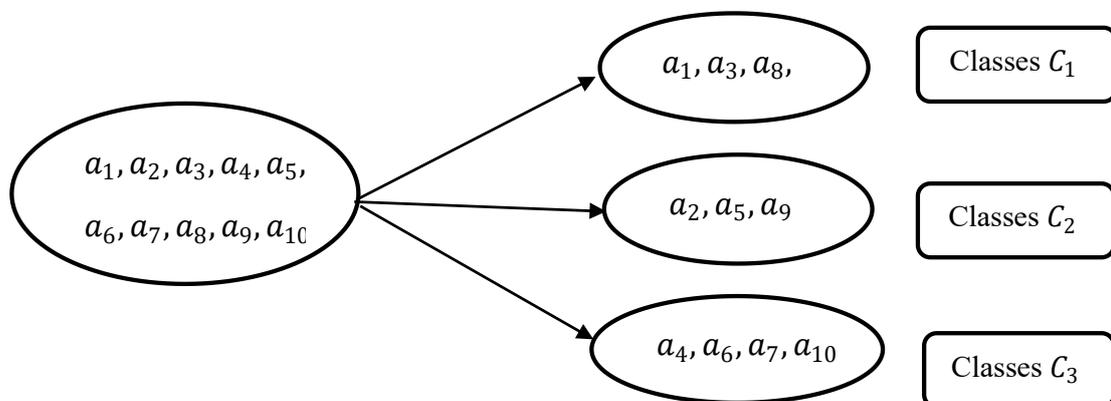
Fonte: Adaptado de Roy (1996).

Dentre as versões do ELECTRE apresentadas no Quadro 6, percebe-se que estes podem ser aplicados para três tipos de problemática ($P\alpha$, $P\beta$, $P\gamma$), sendo $P\gamma$ a mais empregada. Outro ponto a ser destacado, é que apenas o ELECTRE IV não faz o uso de ponderação associada a importância relativa dos critérios. Nas demais versões, o peso é utilizado como medida de importância para cada critério, de acordo com o ponto de vista dos decisores.

2.3.4.1 Método ELECTRE TRI

Conforme já foi apresentado, o ELECTRE TRI é um método multicritério aplicado em problemas de classificação, sendo, portanto, um método que agrupa as alternativas em classes pré-definidas por meio da comparação de cada alternativa com limites de cada classe (YU, 1992; BELTON, STEWART, 2002), conforme ilustra a Figura 1.

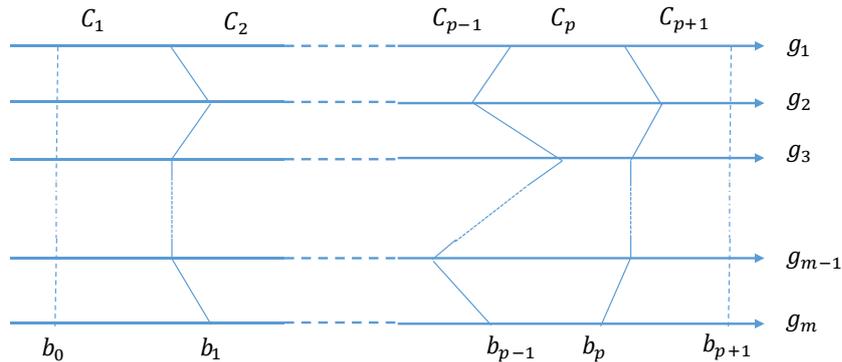
Figura 1 - Exemplo de modelagem do ELECTRE TRI.



Fonte: Adaptado Mousseau e Slowinski (1998)

Conhecidas as alternativas de referência $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, e um conjunto de índices de critérios $\{g_1, \dots, g_i, \dots, g_m\}$, e um conjunto de índices de limites $\{b_1, \dots, b_h, \dots, b_p\}$, definem-se $(p + 1)$ categorias, em que b_h representa o limite superior da categoria C_h e o limite inferior da categoria C_{h+1} , onde, $h = 1, 2, \dots, p$. Para um dado critério g a alternativa a será localizada em uma determinada categoria C , em função de sua avaliação. Como ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Categorias e limites no ELECTRE TRI.



Fonte: Adaptado Mousseau, Slowinski e Zielniewicz (2000).

As preferências restritas ao eixo de significância de cada critério são definidas por meio de um pseudo-critério. Os limiares de indiferença e preferência $q_j[g(b_h)]$ e $p_j[g(b_h)]$ compõem as informações preferenciais intra-critérios. Deste modo, $q_j(b_h)$ representa a maior diferença $g_j(a) - q_j(b_h)$ que conserva a indiferença entre a e b_h no critério g_j . E $p_j(b_h)$ especifica a menor diferença $g_j(a) - q_j(b_h)$ conciliável com uma preferência a favor de a no critério g_j (MOUSSEAU; SLOWINSKI; ZIELNIEWICZ, 2000).

As relações de sobreclassificação S , no ELECTRE TRI, validam ou invalidam a afirmação de que aSb_h e (b_hS_a) , no qual significa que “ a é pelo menos tão boa quanto b_h ” (MOUSSEAU; SLOWINSKI; ZIELNIEWICZ, 2000). Para que o método possa estabelecer uma relação de sobreclassificação entre uma alternativa a e uma de referência b_h , devem ser calculados os índices de concordância parcial $c_j(a, b)$, concordância $c(a, b)$ e discordância parcial $d_j(a, b)$, sendo estes calculados pelas Equações (1), (2) e (3), conforme segue:

$$c_j(a, b) = \begin{cases} 0 & \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \geq p_j(b_h) \\ 1 & \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \leq q_j(b_h) \\ \frac{p_j(b_h) + g_j(a) - g_j(b_h)}{p_j(b_h) - q_j(b_h)} & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (1)$$

$$c(a, b) = \frac{\sum_{j \in F} k_j c_j(a, b_h)}{\sum_{j \in F} k_j} \quad (2)$$

$$d_j(a, b) = \begin{cases} 0 & \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \leq p_j(b_h) \\ 1 & \text{se } g_j(b_h) - q_j(a) > v_j(b_h) \\ \frac{g_j(b_h) + g_j(a) - p_j(b_h)}{v_j(b_h) - p_j(b_h)} & \end{cases} \quad (3)$$

O ELECTRE TRI constrói de maneira análoga um índice de credibilidade $\sigma(a, b_h) \in [0,1]$ ($\sigma(b_h, a)$ respectivamente) que permite avaliar como a alternativa b_h supera a alternativa a . A afirmação aSb_h é considerada válida se $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ inicia um nível de corte tal que $\lambda \in [0.5, 1]$ (MOUSSEAU; SLOWINSKI; ZIELNIEWICZ, 2000). Assim, o índice de credibilidade é calculado pela Equação 4:

$$\sigma(a, b_h) = C(a, b_h) \prod_{j \in F} \frac{1 - d_j(a, b_h)}{1 - C(a, b_h)} \quad (4)$$

Em que: $F = \{j \in F: d_j(a, b_h) > c_j(a, b_h)\}$

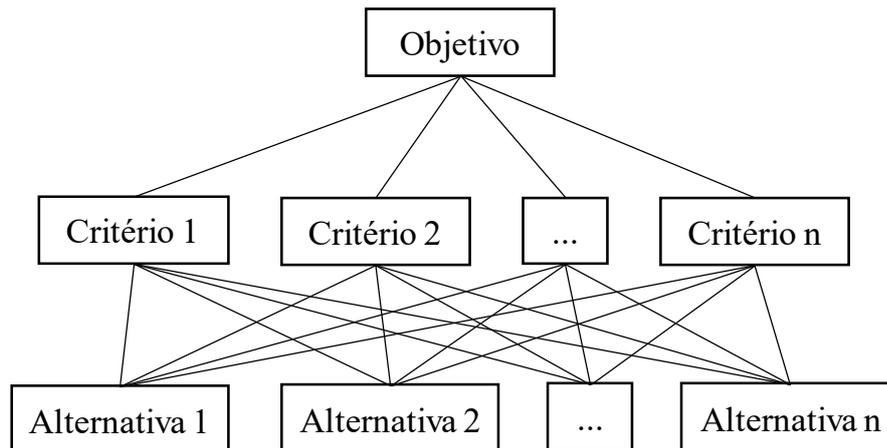
Após calcular os índices, utiliza-se um nível de corte $\lambda \in [0.5, 1]$ para determinar as relações de preferência, por meio da condição $\rho(a_k, b_h) \geq \lambda \rightarrow a_k S b_h$. Deve-se passar, então, ao procedimento de alocação da alternativa a em uma das classes (C) pré-definidas de (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2004). Tal procedimento divide-se em dois: pessimista e otimista. No procedimento pessimista, a é comparado sucessivamente com b_i , para $i = p, p-1, \dots, 0$; b_h , iniciando pelo primeiro perfil, tal que, aSb_h , define a para a categoria $C_{h+1}(a \rightarrow C_{h+1})$. Já o procedimento otimista, compara a sucessivamente com b_i , para $i = 1, 2, \dots, p$, b_h , começando pelo primeiro perfil, tal que “ b_h seja melhor que a ”, define a para a categoria $C_h(a \rightarrow C_h)$ (MOUSSEAU; SLOWINSKI; ZIELNIEWICZ, 2000).

2.3.5 Método AHP

O método AHP desenvolvido por Saaty (1980) é o método multicritério amplamente utilizado para a tomada de decisão na resolução de conflitos, com diversas variáveis e múltiplos critérios envolvidos no processo de decisão. Uma das principais características deste método é a relação entre o processo de tomada de decisão e o raciocínio humano, visto que a mente humana distribui elementos em grupos de acordo com propriedades, estruturando o raciocínio e conseqüentemente a tomada de decisão (SAATY, 1991).

A utilização do AHP se inicia pela decomposição do problema em uma hierarquia de critérios, em que a prioridade relativa ou a importância dos critérios naquele nível são determinados por meio da comparação par a par pelo tomador de decisão (GHASEMZADEH; ARCHER, 2000; VARGAS, 2010), essa comparação pode utilizar como informações subjacentes os dados concretos das alternativas ou julgamentos humanos (SAATY, 2008). A Figura 3 apresenta a estrutura hierárquica básica do método AHP.

Figura 3 - Exemplo de estrutura hierárquica do AHP



Fonte: Adaptado de Saaty (1980)

O método AHP transforma as comparações empíricas em valores numéricos, que são comparados e processados. O peso de cada um dos fatores permite a avaliação de cada elemento dentro da hierarquia definida (VARGAS, 2010). Para a comparação par a par dos critérios, Saaty (1980) propôs a utilização de uma escala de importância numérica, em que a quantificação dos julgamentos é realizada por meio da escala de valores que variam de 1 a 9, conforme ilustra o Quadro 8.

Quadro 8 - Escala de Saaty .

ESCALA	AValiaÇÃO	INVERSO	COMENTÁRIO
Igual importância	1	1	Os dois critérios contribuem igualmente para o objetivo
Importância moderada	3	1/3	A experiência e o juízo favorecem um critério em relação a outro
Mais importante	5	1/5	A experiência ou juízo favorecem fortemente um critério em relação a outro
Muito importante	7	1/7	Um critério fortemente favorecido em relação a outro
Importância extrema	9	1/9	Um critério é favorecido em relação a outro, com o mais alto grau de segurança
Valores intermediários	2, 4, 6 e 8		Quando se procura uma condição entre duas definições

Fonte: Saaty (1980).

A avaliação 1 significa uma importância igual de um critério em relação a outro, e 9 representa uma importância extrema quando um critério é favorecido em relação a outro. Os

valores ímpares da tabela usualmente são utilizados para assegurar uma distinção entre os pontos de medição. Já os números pares, são utilizados quando existir imposição de negociação entre os decisores ou quando o consenso em comum não for obtido, gerando a necessidade de determinação de um ponto médio como solução (SAATY, 1980). Com base na escala proposta no quadro 8, é construída uma matriz de comparação, conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 - Matriz comparativa de critérios.

	Critério 1	Critério 2
Critério 1	1	Avaliação numérica
Critério 2	1 / Avaliação numérica	1
Soma	(1 + 1 / Avaliação numérica)	(Avaliação numérica + 1)

Fonte: Adaptado de Saaty (1980).

A matriz possui valores recíprocos, sendo que na diagonal os valores são unitários, pois cada variável comparada a ela mesma é igual a unidade. A avaliação numérica diz respeito ao julgamento feito pelos decisores (SAATY, 2005). Construída a matriz e realizada a comparação par a par obtêm-se uma mesma matriz com os valores normalizados (Figura 5), onde a soma da linha de cada matriz é dividida pela ordem da matriz.

Figura 5 - Exemplo de matriz normalizada.

	Critério 1	Critério 2
Critério 1	1 / soma	Avaliação numérica / soma
Critério 2	(1 / Avaliação numérica) / soma	1 / soma

Fonte: Adaptado de Saaty (1980).

Com base na Figura 6, os pesos relativos entre os critérios são obtidos por meio da média aritmética dos valores de cada um dos critérios. Após o cálculo da matriz, esse estágio ainda demanda a verificação de consistências dos resultados obtidos, assim o método AHP se propõe a calcular a Razão de Consistência (RC) dos julgamentos por meio da Equação 5:

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (5)$$

Em que, IC corresponde ao índice de consistência e o IR o índice randômico para matrizes quadradas de ordem n . O IC é utilizado para obter uma estimativa em relação aos pesos, e é obtido pela Equação (6),

$$IC = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - n}{(n - 1)} \quad (6)$$

Em que, $\lambda_{m\acute{a}x} - n$ é o desvio dos julgamentos em relação à consistência e n é o valor que representa a ordem da matriz.

Em relação aos valores de IR, estes são tabelados conforme a ordem da matriz ilustrado no Quadro 9.

Quadro 9 - Índices de consistência aleatória.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IR	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Fonte: Saaty (1980).

De posse dos valores de IC e IR, pode-se calcular o valor de RC, que segundo Saaty (2000) quanto maior for esse resultado maior será a inconsistência, sendo que a condição de consistência aceitável é $RC = \leq 0,10$. É importante demonstrar a coerência (IC) e a confiabilidade (RC) dos dados gerados por meio dos especialistas e, caso ocorra problemas na investigação o método permite que novos pesos sejam construídos.

2.3.6 Métodos multicritérios na gestão de portfólio

O processo de tomada de decisão em relação ao portfólio converge com o enfoque da decisão multicritério, visto que as decisões envolvem vários critérios muitas vezes conflitantes (DANESH; RYAN; ABBASI, 2017). Os métodos de apoio multicritério são aplicados em diversas áreas relacionadas a GP que possuem o objetivo de selecionar, priorizar ou classificar alternativas presente em um processo decisório que envolve múltiplos critérios. Nesse contexto, vários autores fizeram o uso dos métodos multicritérios para auxiliar na tomada de decisão em relação à GP, aplicados em diferentes contextos.

Masoumi e Touran (2016) propuseram um *framework* para auxiliar proprietários de programas de construção a selecionarem um portfólio de projetos adequado, em termos de linhas de negócio, tipos de projetos e riscos de construção, utilizando o método PROMETHEE como ferramenta de apoio a tomada de decisão. O estudo foi aplicado em um portfólio com 17 projetos candidatos, sendo divididos em três grupos: projetos de produtividade, de manutenção, e projetos de meio ambiente, saúde e segurança.

Para formação do portfólio, o *framework* foi estruturado em cinco etapas, sendo a etapa 1: criar equilíbrio nas categorias de portfólio; etapa 2: agrupar projetos em diferentes categorias de portfólio; etapa 3: classificar os projetos candidatos; etapa 4: criar equilíbrio em termos de risco no portfólio; etapa 5: selecionar projetos e formar os portfólios e; etapa 6: verificar as interdependências entre os projetos (MASOUMI; TOURAN, 2016). Com a finalidade de

reduzir os riscos do portfólio coletivo e aumentar o peso do fator de risco, o método PROMETHEE foi incorporado na etapa 4 para tal finalidade. A introdução do fator de risco no processo de classificação foi utilizada para selecionar os projetos com base no nível de tolerância ao risco.

O *framework* contemplou vários fatores importantes para a formação do portfólio, sendo eles, objetivos organizacionais e estratégicos, risco em vários níveis da organização e critérios de decisão. Considerando todos esses fatores, o *framework* selecionou os projetos mais importantes para atender os objetivos estratégicos da organização (MASOUMI; TOURAN, 2016).

Kiranmayi e Mathirajan (2014) desenvolveram um modelo conceitual para seleção e avaliação de um conjunto de projetos para gestão do portfólio de novos produtos, considerando dimensões avaliativas, com auxílio do método híbrido Fuzzy AHP-DEA para atribuir pesos às dimensões. No estudo, a estrutura é dividida em cinco modelos integrados para as respectivas dimensões avaliativas, ajuste estratégico, equilíbrio de portfólio-inovação, alocação otimizada de recursos, avaliação de custo-receita e avaliação de risco-incerteza.

As duas primeiras dimensões de avaliação empregaram técnicas qualitativas para avaliar projetos. Análise custo-receita foi avaliada empregando lógica Fuzzy para derivar o modelo de estimativa de custo de projetos. Ao empregar o DEA (Análise Envoltória de Dados), cada uma das dimensões avaliativas, considerou pesos associados ou favoráveis. A fim de obter pesos razoáveis para essas dimensões avaliativas, foi proposto o uso do AHP. A avaliação da incerteza do risco, usou a abordagem da Rede Bayesiana para estimar o risco e a incerteza envolvidos em cada projeto (KIRANMAYI; MATHIRAJAN, 2014). Assim, o modelo final buscou auxiliar o decisor a selecionar um conjunto de projetos com maior potencial e desenvolvimento, para maximizar a lucratividade e minimizar o risco associado.

Com base na identificação da necessidade latente de melhoria na gestão de projetos, o estudo de Reginaldo (2015) buscou avaliar e classificar um portfólio de projetos por meio do método multicritério para apoiar a tomada de decisão com ELECTRE TRI. A classificação das alternativas nos grupos pré-determinados foi realizada mediante um processo de duas etapas. A primeira fase envolveu o desenvolvimento de uma relação de superação usada para decidir se uma alternativa supera um perfil ou não. A segunda fase envolveu a exploração da relação de superação desenvolvida para decidir sobre a classificação das alternativas. O desenvolvimento da relação de superação na primeira fase do processo foi baseado na comparação das alternativas com os perfis de referência. A comparação de uma alternativa com um perfil foi realizada em duas etapas, envolvendo a concordância e o teste de discordância respectivamente.

No estudo, as alternativas consideradas foram os 25 projetos candidatos a serem incluídos no portfólio de uma empresa de TI. Os critérios identificados receberam o mesmo peso, sendo de igual importância na comparação para tomada de decisão. As classes definidas para alocação desses projetos foram divididas em quatro, sendo: projetos que superam amplamente as metas, projetos que alcançam ou superam as metas, projetos além das metas e, projetos que estão muito além das metas. Como resultados, foram alocados projetos que possuíam o risco reduzido do negócio a ser implantado, alta margem de lucro e, variáveis de controle do projeto que estavam dentro da margem esperada (REGINALDO, 2015).

No trabalho de Lopez e Almeida (2014) foi desenvolvido um modelo para a seleção de projetos derivados do planejamento estratégico de uma empresa do setor elétrico, os quais iriam compor o portfólio anual. Para o desenvolvimento do modelo, foi utilizado o método multicritério de apoio a decisão PROMETHEE V, o qual permitiu a incorporação de restrições ao modelo, integrando a utilização da programação linear. Visando escolher o melhor portfólio de projetos de forma a conseguir materializar a estratégia em seu ciclo de planejamento estratégico, o modelo classificou os projetos em quatro categorias: projetos para ampliar margem; projetos para reduzir riscos regulatórios; projetos para aumentar a satisfação do cliente e projetos para promover negócios competitivos.

Apesar dos projetos serem classificados, o modelo também aplicou o método PROMETHEE II em todo o conjunto de projetos, visto que poderia haver a inversão de ordem caso uma nova alternativa fosse incluída, em função de uma nova recategorização de algum projeto. Para nortear a construção do modelo, foram envolvidas algumas diretrizes, tais como: o processo envolve decisão individual ou em grupo; escolha entre a abordagem de seleção de projetos ou portfólio; descrição dos critérios relevantes; restrições do modelo e; escolha do método de agregação multicritério (LOPEZ; ALMEIDA, 2014).

Após a aplicação do método PROMETHEE II para a geração da ordenação das alternativas, foi aplicada a otimização utilizando programação linear inteira binária. Para o processamento do modelo foi utilizado o suplemento para *excel*, para os cálculos do PROMETHEE II e, após a aplicação da otimização, utilizado o solver do *excel*. Contudo, a aplicação do método PROMETHEE V, assim como o uso do solver, possibilitou processar os dados e disponibilizar os resultados, selecionando um portfólio de projetos balanceado entre as principais diretrizes estratégicas, resultando com isso num alinhamento adequado entre estratégia e projetos (LOPEZ; ALMEIDA, 2014).

Chatterjee, Hossain e Kar (2018) aplicaram um método de análise de extensão com base na abordagem AHP *Fuzzy*, auxiliando na priorização de projetos no gerenciamento de portfólio.

A abordagem proposta, avaliou sugestões de projetos alternativos envolvendo julgamento subjetivo, no qual foi composto por três estágios, como segue: fixar o objetivo; identificar os critérios e subcritérios a serem usados e; priorização de propostas de projetos alternativos e determinar a classificação final.

O método baseado no AHP fuzzy foi aplicado para auxiliar na priorização de projetos em termos de investimentos. No método aplicado, os decisores utilizaram uma lista clara dos termos linguísticos e pesos atribuídos a eles, fornecendo assim, informações de classificação e ponderação. Na abordagem de decisão, os especialistas decidiram aceitar ou rejeitar um projeto conforme o conjunto de critérios, com base em diversos níveis de risco. Uma hierarquia entre os diferentes projetos, priorizou claramente os projetos entre as propostas sugeridas (CHATTERJEE; HOSSAIN; KAR, 2018).

Vetschera e Almeida (2012) estudaram o uso do método de superação PROMETHEE para problemas de seleção de portfólio. Partindo de uma nova formulação do método PROMETHEE V, desenvolveram várias abordagens alternativas baseada no conceito de portfólio de fronteiras e portfólio *c*-ótimos, com intuito de comparar a solução obtida pela abordagem adotada no PROMETHEE V, com a solução que seria obtida aplicando o método PROMETHEE diretamente ao conjunto de todos os portfólios possíveis.

Nesse contexto, o PROMETHEE V foi proposto como uma técnica de avaliação de portfólio, que envolveu apenas requisitos computacionais moderados. O objetivo do estudo foi elaborar mais sobre o *trade-off* entre os requisitos computacionais, por um lado, e a qualidade das soluções obtidas em relação à (muitas vezes impossível computacionalmente) classificação PROMETHEE de todas as carteiras, por outro lado. Por meio dos resultados, foi possível visualizar que, embora o melhor portfólio geral não tenha sido encontrado no conjunto de portfólio de limite em cerca de 40 % dos casos, o melhor portfólio de fronteira ainda não está longe do portfólio ótimo (VETSCHERA; ALMEIDA, 2012).

Em relação ao método AHP, este foi identificado em três estudo que fizeram uso do mesmo aplicado em diferentes setores. Padovani, Carvalho e Muscat, (2010) realizaram estudos de priorização e seleção de projetos utilizando AHP em uma empresa química, onde obtiveram aumento de assertividade na seleção de projetos e maximização dos resultados do portfólio. Vargas (2010) também utilizou o método AHP para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio, buscando mostrar os principais cálculos realizados durante a análise, visando propiciar ao gerente do projeto o entendimento adequado da técnica.

Kaiser *et al* (2019), apresentaram uma ferramenta gerencial de priorização e seleção de portfólio de projetos de desenvolvimento de *software* utilizando a metodologia AHP. Como

resultado, o estudo contribuiu para simplificar, padronizar e melhorar a qualidade do processo decisório na área de desenvolvimento de software, com o envolvimento de representantes de importantes áreas que compõem o comitê.

Micale *et al* (2019) tiveram como objetivo em seu estudo fornecer um instrumento capaz de selecionar as ideias de projetos mais adequadas para constituir o portfólio de projetos do AgroBioPesca. Para tal objetivo, os autores propuseram a aplicação do método multicritério ELECTRE TRI considerando os critérios deduzidos pelas diretrizes e documentos do Horizonte 2020. A aplicação desta metodologia permitiu subdividir as ideias de projetos recebidas em ideias de projetos a serem rejeitadas, passíveis de revisão e elegíveis para financiamento. Além disso, para considerar a incerteza do julgamento dos tomadores de decisão, os autores propuseram uma nova versão do método em que o julgamento foi convertido em um intervalo. Por último, foi realizada uma análise de sensibilidade para estudar as fraquezas dos projetos não financiáveis.

Conforme exposto, existe uma gama conceitual a respeito de aplicações multicritério no processo de seleção, priorização do portfólio em diversos cenários. Pode ser destacado tanto o uso de métodos multicritérios da escola Americana (AHP) quanto o uso dos métodos da escola Francesa (PROMETHEE), para solução da problemática relacionada a portfólio.

Em relação a utilização do método ELECTRE TRI, opção metodológica do presente estudo, mesmo sendo um método bastante utilizado em diversos cenários, há pouquíssimos estudos relacionado à gestão de portfólio, no que tange a classificação de produtos. Apesar do volume considerável de estudos existentes ainda não há um consenso quanto aos elementos que caracterizam esta abordagem, pois vários estudos utilizam o termo seleção de portfólio para tratar o problema de seleção de projetos (DUARTE, 2007).

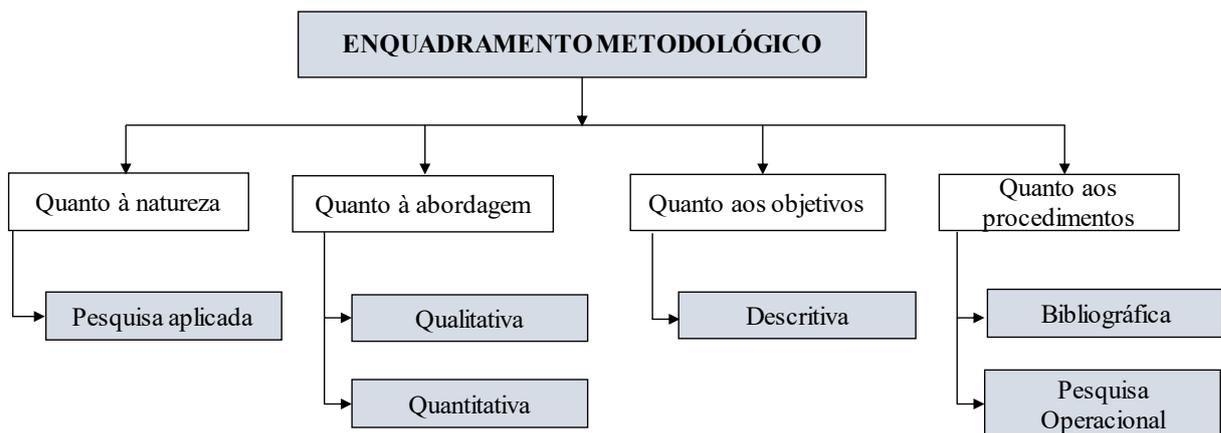
3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo é abordado a metodologia de pesquisa, que está dividido nas seguintes seções: i) enquadramento metodológico e; ii) levantamento bibliográfico e; iii) estruturação do modelo, correspondendo respectivamente às seções 3.1, 3.2 e 3.3 deste capítulo.

3.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

Ao descrever a metodologia utilizada nesta pesquisa, buscou-se estabelecer as escolhas do pesquisador quanto à realização da pesquisa para chegar aos resultados. A Figura 6, visa explicitar o método que esta pesquisa adapta durante sua execução, explicitando as premissas que foram utilizadas desde seu planejamento.

Figura 6 - Enquadramento metodológico.



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Quanto à sua natureza, a pesquisa classifica-se como aplicada, devido ao interesse e aplicação prática do modelo construído. Em relação à forma de abordagem, empregou-se o método misto – quantitativo e qualitativo (VENKATESH; BROWN; BALA, 2013), variando de acordo com os objetivos do estudo e especificidade da pesquisa. Qualitativa, pois o método utilizado considerou julgamento do decisor, buscando entender o fenômeno específico em profundidade. Já a abordagem quantitativa, se dá pelo uso de métodos lineares de normalização.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa caracteriza-se como descritiva e. Descritiva, pois tem o objetivo de descrever um determinado fenômeno, sendo o próprio tema em questão (GIL, 2010).

Quanto aos procedimentos, a pesquisa classifica-se como bibliográfica e pesquisa operacional. É bibliográfica pelo uso de literatura pertinente ao tema abordado para a elaboração da teoria de base, neste caso, predominantemente artigos de periódicos. A pesquisa

pode ser classificada como operacional, pois forneceu simulações e ferramentas quantitativas ao processo de decisão e seleção dentre as diversas alternativas. Para a construção do modelo, utilizou-se o método AHP para atribuir o peso dos critérios, para posteriormente agrupá-los em classes no ELECTRE TRI.

3.2 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

O levantamento bibliográfico foi realizado em duas etapas. Na primeira etapa, foram realizadas pesquisas a respeito do tema GPP, com a finalidade de identificar métodos, ferramentas e critérios mais utilizados no contexto de GPP. Para isso, foi utilizado um processo de busca estruturado, no qual faz parte da metodologia *Knowledge Development Process – Constructivist (ProKnow-C)* (ENSSLIN; ENSSLIN; PINTO, 2013), a fim de construir o portfólio bibliográfico (PB).

Atendendo o processo de busca para primeira etapa, o critério de escolha para a seleção dos artigos brutos foi definido por meio de dois eixos de pesquisa: gestão de portfólio de produtos e desenvolvimento de produtos, respectivamente. Para cada eixo de pesquisa, foram definidas as palavras-chaves, para o primeiro eixo definiu-se: “*Portfolio management*”, “*Product portfolio*”, “*Portfolio analysis*”, e “*Portfolio strategy*”. Para o segundo, foram definidas como: “*Product development*”, “*NPD*”, “*New product*”, “*Product lifecycle*”, e “*R&D*”. A partir disso, houve um total de 20 combinações para a busca nas bases de dados. Para a realização das buscas foram selecionadas em função da representatividade e alinhamento à área de Engenharias III da CAPES as bases de dados *SCOPUS*, *Web of Science*, *ScienceDirect*, *IEEE Xplore* e *SciELO* as quais indexam um conjunto de periódicos científicos mais alinhados com o tema da pesquisa.

Depois de definidas as bases, a pesquisa se deu pelas combinações das palavras-chave já definidas, restringindo-se aos campos de títulos dos artigos, palavras-chave e resumos. Constituíram critérios de exclusão os artigos que não possuíam referência à portfólio de produtos e artigos que não se referiam gestão. Foram utilizados como critérios de inclusão artigos que continham práticas vinculadas a GP, portfólio de produtos, portfólio de projetos e gestão.

Com a consulta nas bases que apresentaram os critérios estabelecidos, foi possível identificar 11.227 publicações que passaram a compor o banco de PB bruto. Para o gerenciamento dessas publicações, foi utilizado o *Mendeley Desktop* como gerenciador bibliográfico. Com o portfólio bruto reunido, foi testado a aderência das palavras chaves, sendo

escolhidos quatro artigos aleatoriamente para análise. Após, concluiu-se que não era necessário a inclusão de novas palavras-chave. Desta forma, das 11.227 publicações, foram eliminados os títulos duplicados, trabalhos de conferência e seções de livros, permanecendo 2.283 títulos para leitura.

Após a leitura dos títulos, 135 artigos estavam alinhados com o tema de pesquisa e os critérios de inclusão. Assim, foi analisado o grau de reconhecimento científico dos artigos no Google Acadêmico, a fim de levantar a quantidade de citações de cada um. Fixou-se a representatividade em 98% das citações, o que significa, selecionar os artigos que foram citados cinco ou mais vezes para leitura dos resumos. Dos artigos que foram citados menos de cinco vezes e os que não tiveram reconhecimento científico, foram analisados em relação ao ano de publicação. Sendo assim, os artigos que foram publicados entre os anos de 2016 a 2018 foram selecionados para a leitura do resumo por serem recentes e com potencial de proveito de seu conteúdo.

Em seguida, fez-se a leitura dos resumos dos artigos, destes 53 foram selecionados para a leitura na íntegra, sendo que, nesta fase checkou-se a disponibilidade gratuita dos artigos em sua forma integral e 14 artigos não estavam disponíveis. Desta forma, foi realizada a leitura dos artigos na íntegra para analisar se os mesmos estavam alinhados com a finalidade proposta para a primeira etapa. Assim, permaneceram 29 artigos para comporem o PB.

Por fim, foi realizado o teste de representatividade do PB com intuito de analisar as referências bibliográficas citadas nos artigos do portfólio. Levantaram-se todas as referências bibliográficas nos artigos, e identificou-se que doze artigos possuíam um número elevado de citações e alinhamento com o tema, sendo incorporados ao PB, totalizando 41 artigos enquadrados ao tema.

Vale ressaltar, que os artigos da primeira busca não foram relevantes para a revisão da literatura no que diz respeito à contextualização dos métodos de análise multicritério relacionados à GP, porém contribuíram para a construção do conhecimento inicial e para ressaltar a importância do assunto em questão. Assim, os artigos do primeiro PB foram utilizados para auxiliar na descrição dos tópicos 2.1, 2.2, 2.2.1 e 2.2.1.1 onde foram descritos os principais conceitos e modelos da GP, os critérios para avaliação, seleção e classificação dos produtos do portfólio, e as ferramentas utilizadas para facilitar o processo como um todo.

Após a definição do propósito do estudo foi realizado um segundo levantamento voltado para a classificação, seleção e priorização do portfólio de produtos, com intuito de identificar a relação entre os métodos multicritérios com a gestão de portfólio e nortear a construção do modelo proposto.

Para a segunda busca, também foi utilizado o *ProKnow-C* (ENSSLIN; ENSSLIN; PINTO, 2013). As palavras-chave no segundo levantamento foram definidas em dois eixos, sendo gestão de portfólio de produtos e classificação multicritério, respectivamente. Para o primeiro eixo, as palavras-chave utilizadas foram: “*Portfolio management*”, “*Product portfolio*”, “*Portfolio analysis*”, e “*Portfolio strategy*”. Para o segundo: “*Multicriteria*”, “*Multicriteria decision making*”, “*Multicriteria approach*”, “*Multicriteria analysis*”, “*Multicriteria methods*” e “*Classification methods*”. As palavras-chave resultaram em 24 combinações, resultando em 2.031 trabalhos publicados, encontrados nas bases *SCOPUS*, *Web of Science*, *ScienceDirect*, *IEEE Xplore* e *Scielo*, restringindo-se aos campos de títulos dos artigos, palavras-chave e resumos.

Constituíram critérios de exclusão os artigos que não possuíam referência à portfólio de produtos e artigos que não se referiam métodos multicritérios. Foram utilizados como critérios de inclusão artigos que continham práticas vinculadas a GP, portfólio de produtos, portfólio de projetos e aplicação multicritério em GP. Com a consulta nas bases que apresentaram os critérios estabelecidos, foi possível identificar 1712 publicações, em que foram eliminados os artigos duplicados, trabalhos de conferência e seções de livros.

Após a exclusão, restaram 384 artigos cujos títulos foram lidos, sendo excluídos aqueles que não possuíam relação com os critérios de inclusão, restando assim 36 artigos alinhados à pesquisa. Foi analisado o grau de reconhecimento científico dos artigos no Google Acadêmico. Em seguida, fez-se a leitura dos resumos dos artigos, destes 28 foram selecionados para a leitura na íntegra. Contudo, foi realizada a leitura dos artigos na íntegra para analisar se os mesmos estavam alinhados com a finalidade proposta para a primeira etapa. Assim, permaneceram 16 artigos para comporem o segundo PB.

Os artigos resultantes dessa segunda busca foram utilizados nos tópicos 2.3 e em todos os subtópicos que o compõem, onde foram apresentados os métodos multicritérios, seus aspectos e principais conceitos, e as aplicações multicritério no processo de seleção, priorização e classificação do portfólio em diversos cenários. Esse PB também foi utilizado para embasar o desenvolvimento do modelo para classificação dos produtos que compõem um portfólio, no qual está descrito no tópico 3.3 deste estudo.

3.3 ESTRUTURAÇÃO DO MODELO

A fase de estruturação tem o intuito de aumentar a compreensão sobre o problema e explicar o contexto decisório (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2011), sendo esta construída

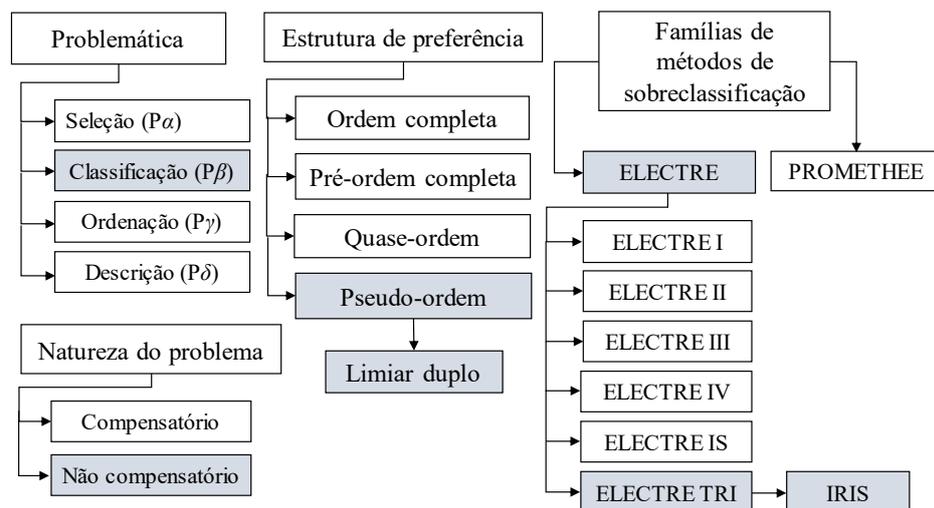
de acordo com as características do problema e das preferências dos decisores. Antes de elucidar o modelo, serão expostos os atores envolvidos no processo de decisão, a escolha do método e a problemática em questão.

No modelo estão envolvidos dois atores distintos no processo de análise.

- Decisor: Possui o papel mais importante na tomada de decisão, e responsável pelas consequências de sua decisão. Este deve possuir um conhecimento técnico e operacional relacionado ao que será analisado, pois será responsável pela avaliação dos critérios. Nesse estudo, inclui-se nessa categoria a gestora da empresa investigada;
- Analista: Responsável por conduzir o estudo, realizar análises e auxiliar os decisores na estruturação do problema e suas preferências e identificar fatores que possam interferir na análise, sendo este representado pela pesquisadora.

Para a escolha do método multicritério foi necessário considerar o contexto do problema, os atores do processo, a estrutura de relação de preferências e a racionalidade dos decisores (MOTA; ALMEIDA; ALENCAR, 2009). No caso desta pesquisa, definiu-se que o método utilizado seria o da escola francesa que utilizam as relações de sobreclassificação (*outranking*). Assim, a Figura 7 ilustra as características principais do apoio multicritério a decisão adotadas, com intuito de justificar a escolha do método multicritério de acordo com o problema de pesquisa.

Figura 7 - Características do método abordado na pesquisa.

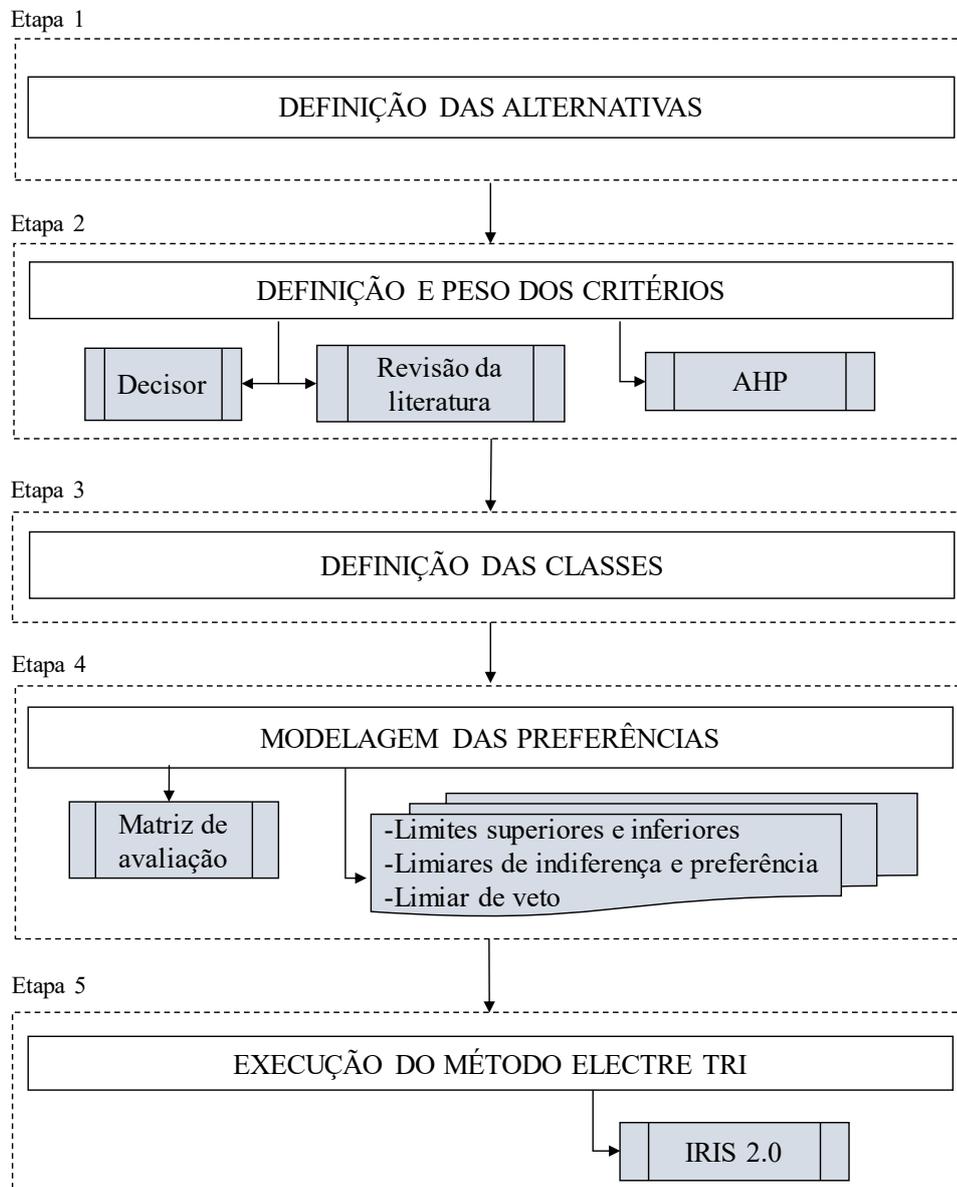


Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Considerando que a problemática da pesquisa é do tipo ($P\beta$), um fator que também deve ser observado são as informações intercritérios, equivalente à importância relativa entre os critérios, evitando o favorecimento de ações que apresentam um excelente desempenho em um critério, mas que sejam fracas nos demais.

Assim, nesta etapa, foi elaborado um modelo para a classificação do portfólio de produtos, por meio do uso do método de sobreclassificação ELECTRE TRI, a Figura 8 ilustra o modelo com a estruturação e sequência de etapas.

Figura 8 - Estrutura do modelo.



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

As etapas propostas representam uma forma organizada de tornar o modelo mais eficaz, destacando informações importantes e facilitando sua aplicação. Cada uma delas é descrita nos itens subsequentes e devem ser respeitadas quanto a suas características, que se embasam no objetivo que se quer alcançar.

3.3.1 Definição das Alternativas

A primeira etapa para a construção do modelo corresponde à definição das alternativas envolvidas no processo de decisão, em que pode ser descrita como um processo de procura e aprendizado que devem ser consideradas em relação as alternativas com os objetivos da organização. A definição das alternativas utilizadas pode variar conforme o contexto vivenciado por cada organização, levando em consideração o tipo de produto, projeto ou serviço que estas desenvolvem.

No caso deste estudo, foram selecionados 40 produtos contidos no portfólio atual da empresa. Definidas as alternativas, a próxima etapa é estabelecer os critérios de decisão e seus respectivos pesos.

3.3.2 Definição e peso dos critérios

Esta etapa consiste na escolha dos critérios que foram utilizados e o estabelecimento dos pesos para cada critério. Um critério é uma ferramenta que compara e avalia as alternativas, atribuindo a cada uma delas um desempenho em uma escala, com um sentido de preferência. Mais precisamente, um critério é uma função de valor real sobre um conjunto "A" de alternativas, tal que, permita comparar duas alternativas, conforme um ponto de vista particular sobre uma base única entre dois números (ROY, 1996).

A definição dos critérios pode variar de acordo com o cenário de cada organização, aqui os decisores poderão escolher quais os critérios são os mais relevantes para o seu contexto, caso o decisor não possua um conhecimento ou fique em dúvida em relação aos critérios, cabe ao analista elaborar e sugerir uma lista de critérios, e então, apresentá-los aos decisores, que podem ou não considerar os critérios sugeridos. No estudo os critérios definidos, variaram de acordo com as preferências dos decisores. Essa definição teve como base os critérios extraídos por meio de trabalhos identificados na revisão da literatura, conforme exposto no Quadro (1) no tópico 2.2.1.

Para a validação dos critérios, o decisor avaliou a relevância dos critérios identificados na literatura para elencar os mais importantes, e indicar a existências de outros que são utilizados e considerados importantes dentro do seu contexto decisório que possuem relevância.

Assim, para o estudo foram selecionados quatro critérios, em que foram analisados e validados pelo decisor, sendo estes denominados pelo conjunto $G = \{g_1, g_2, g_3, g_4\}$, conforme apresentados no Quadro 10.

Quadro 10 - Definição dos critérios.

CRITÉRIOS (G)		AUTORES
g_1	Tempo de mercado	(SOBRAL, 2013; LEE; LIM; PARK, 2010)
g_2	Vantagem competitiva	(MIKKOLA, 2001; LIN, 2007)
g_3	Alinhamento estratégico	(COOPER, EDGETT; KLEINSCHMIDT, 2002; RABECHINI JUNIOR; MAXIMIANO; MARTINS, 2005; CASTRO; CARVALHO, 2010a; PADOVANI; CARVALHO; MUSCAT, 2010; REGINALDO, 2015)
g_4	Margem de contribuição	(LOOS; CAUCHICK MIGUEL, 2016)

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Por conseguinte, foram determinados os pesos dos critérios para a avaliação das alternativas, visto que, a importância de cada critério deve evidenciar a preferência do decisor em relação à determinados parâmetros para o enquadramento das alternativas em suas classes previstas. No estudo, os pesos dos critérios foram estabelecidos utilizando o método AHP, na comparação par a par realizada pelo decisor participante nesse estudo, onde a quantificação do julgamento se deu pela utilização da escala de valores proposta por Saaty (1980), conforme apresentado no Quadro 8 do tópico 2.3.5.

Com base na escala proposta, foi construída uma matriz de comparação em que foi apresentada ao decisor para fins de preenchimento, conforme apresentado no Quadro 11. Aqui o decisor respondeu qual dos critérios era o mais importante e qual a intensidade de importância que um apresentava em relação ao outro.

Quadro 11 - Modelo de matriz de comparação.

Critérios	g_1	g_2	g_3	g_4
g_1	1			
g_2		1		
g_3			1	
g_4				1
Soma				

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Para o preenchimento da matriz, comparou-se os critérios que aparecem na coluna da esquerda em relação as características que aparecem na linha superior, onde a linha 1 encontra a coluna 1, ficando na posição (1,1), coloca-se 1. Assim, os valores da diagonal da matriz serão sempre 1, pois representam a importância do critério em relação a ele mesmo. Se os valores são obtidos comparando g_1 com g_2 , quando há comparação entre g_2 com g_1 o resultado se dá pelo inverso das avaliações 1, 1/3...1/9 (SAATY, 1991). Posteriormente, obteve-se uma matriz normalizada por meio da divisão de cada elemento da matriz pela soma da coluna pertencente.

Para facilitar, utilizou-se uma planilha eletrônica de dados previamente configurada para cada etapa de seleção, para o processamento das etapas do AHP. A coleta do julgamento foi

registrada na própria planilha, sendo esta preenchida pelo analista o qual teve o papel de facilitador, não interferindo no processo decisório. A cada julgamento, os cálculos de prioridades e de consistência eram realizados automaticamente. Para verificar se o julgamento dos decisores em relação aos valores dos pesos obtidos possuía razão de consistência, utilizou-se a Equação 5 do tópico 2.3.5.

3.3.3 Definição das Classes

Conforme fundamentado no estudo, o ELECTRE TRI possui classes de equivalência definidas por limites inferiores e superiores, de forma que, todos os critérios situados em uma camada intermediária aos limites de uma classe, deverão ser alocados nesta. Assim, vale ressaltar que a definição das classes não é um processo de decisão rígido. Portanto, cabe a empresa fazer as adaptações necessárias para adequar o número de classes à realidade do problema (YU, 1992; BELTON, STEWART, 2002).

Assim, o decisor deve decidir como, quais e quantas classes devem ser estabelecidas, baseada no intuito final de classificação. Como a pesquisa tem o intuito de classificar e avaliar um conjunto de alternativas que melhor represente um portfólio balanceado e compatível com as características da empresa, como sugestão, foi sugerido que os produtos fossem classificados em três classes, para tal, foram definidas as classes, com a concessão do decisor, denotadas pelo conjunto $C = \{C_1, C_2, C_3\}$, e definidas respectivamente como produtos candidatos a excluir, derivativos e com prioridade, cujas características estão detalhadas no tópico 4.4.

A definição das classes corrobora com a ideia de que a gestão de portfólio é um processo dinâmico de decisão, na qual os produtos são frequentemente avaliados, selecionados e priorizados. Neste processo, novos produtos podem ser inseridos e os existentes podem ser melhorados, suspensos ou inativados (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 2001).

3.3.4 Modelagem das Preferências

Nessa etapa, primeiramente o decisor deve expor suas preferências em relação aos limites que serão utilizados e qual abordagem melhor se enquadra aos mesmos. As condições a serem definidas para estabelecer o método são:

- Limites superiores e inferiores das classes

- Os limiares de indiferença (q_j) e preferência (p_j) que compõem as informações preferenciais intra-critérios. O limiar de indiferença determina o maior valor no desempenho da alternativa, em que a situação de indiferença é válida entre duas alternativas. Já o limiar de preferência, representa a menor diferença em que uma situação de preferência ocorre entre duas alternativas para determinar o critério.
- O limiar de veto (v_j);
- Índice (σ) e nível (λ) de corte.

Por conseguinte, será construída a matriz de avaliação, no qual informará a avaliação do decisor e o desempenho das alternativas em relação aos critérios de decisão.

3.3.5 Execução do Método Multicritério

Definidas as informações necessárias para a realização da análise, o próximo passo consistiu em executar o método multicritério para o modelo proposto. Para aplicação do método ELECTRE TRI, utilizou-se o *software* IRIS (*Interactive Robustness analysis and parameters' Inference multicriteria Sorting problems*) versão 2.0, disponível na Lamsade (*Paris-Dauphine University, Paris, France*) apresentado por Dias e Mousseau (2002), por ser um *software* de suporte a decisão projetado para resolver um problema de classificação, ou seja, de atribuir um conjunto de ações às classes ordenadas pré-definidas, conforme seu desempenho em múltiplos critérios de avaliação, sendo capaz de auxiliar o analista na representação das preferências do decisor (DIAS; MOUSSEAU, 2002).

Mediante os critérios definidos junto ao decisor, os resultados da aplicação do método são apresentados no *software* por meio da representação de cores, para definir o resultado proposto. A coloração verde escura mostra o resultado do método proposto pelo *software* em uma determinada categoria, enquanto o tom mais claro indica uma possibilidade de realocação das alternativas em outra categoria. Porém, supondo que o decisor não aceite o resultado gerado, o mesmo tem a liberdade em alterar suas preferências em relação a análise das alternativas, ou seja, uma nova aplicação do modelo deve ser realizada até que o decisor esteja satisfeito com o resultado. Com intuito de validar a relação de sobreclassificação entre as alternativas foi realizada uma análise de sensibilidade do modelo quanto ao nível de corte (λ) e peso dos critérios.

4 APLICAÇÃO DO MODELO

Neste capítulo está exposto as etapas de aplicação do modelo multicritério para classificação do portfólio de produtos, por meio dos parâmetros necessários para a construção do mesmo. Seguindo a metodologia, Figura (9), este capítulo está organizado da seguinte forma: i) identificação do problema e contextualização do setor e da empresa investigada; ii) identificação das alternativas; iii) definição e pesos dos critérios; iv) 1 aplicação do AHP; v) definição das classes; vi) modelagem das preferências; vii) execução do ELECTRE TRI no software IRIS 2.0 e; viii) resultados da execução do ELECTRE TRI no software IRIS 2.0 correspondendo respectivamente às seções 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 e 4.7.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA E CONTEXTUALIZAÇÃO DO SETOR E DA EMPRESA INVESTIGADA

Para a aplicação do modelo, foi selecionada uma unidade de análise sendo está denominada Empresa X. Visando respeitar pelo sigilo, as informações foram trabalhadas de forma a não relevar a identidade da empresa. Ressalta-se a ainda que os dados sem tratamento não foram disponibilizados, visto que envolve dados monetários. Desta forma, as informações coletadas foram utilizadas apenas para fins deste estudo.

A empresa situa-se no sul do Brasil e atua no setor de utensílios de alumínio, membro de um APL (Arranjo Produtivo Local) composto por 35 empresas distribuídas em sete cidades diferentes. A caracterização dessas empresas se dá pela produção de utensílios de alumínio exclusivo para uso doméstico. O processo de desenvolvimento de produtos acontece de forma informal e as mudanças e melhorias de forma incremental. As fontes de inspiração para as mudanças ocorrem por meio de feiras, onde as empresas observam o lançamento de produtos concorrentes (OLIVEIRA; TAN, 2017)

Atualmente, a empresa em estudo conta com um portfólio composto por aproximadamente 400 itens de fabricação, abrangendo toda a linha doméstica, linha institucional como bares e restaurantes entre outros. Esses produtos são subdivididos por treze famílias de produtos, e dentro de cada família encontra-se uma variedade de opções com diferentes características de tamanhos, cores, revestimentos etc. Em um estudo exploratório, Adamczuk e Tan (2017) investigaram os desafios e barreiras enfrentadas pelas empresas do APL, e em razão da grande variedade no *mix* de produto, um dos problemas enfrentados era a falta de uma gestão eficaz de portfólio de produtos.

Devido ao *mix* de produtos contidos no portfólio da empresa, cujo problema tornou-se o estudo para análise, a mesma caracteriza-se pelo baixo grau de formalização e falta de padronização de utilização de ferramentas que possam auxiliar na tomada de decisão, devido a isso os problemas de gestão decorrentes dessa situação, resultam em situações complicadas inclusive para etapas industriais da empresa, tendo que considerar itens com baixa demanda e pouca relevância de venda gerando uma quantidade de itens parados em estoque e alto tempos de *setup* (OENING; SILVA; OLIVEIRA, 2018).

Desse modo a definição do *mix* de produtos expõe algumas dificuldades, como as que já foram citadas. Apesar da empresa não possuir uma metodologia sistemática para auxiliar na GP, a mesma segue alguns critérios alinhados com os interesses da gestora, que por sua vez estão alinhados aos objetivos estratégicos. Alguns desses objetivos são atingir o maior número de mercado e competir por qualidade mantendo o preço competitivo. Outro fator influenciado pela falta de GP, é a taxa de lançamentos e exclusão de produtos do portfólio, essa é uma métrica não mensurada pela empresa, em que o lançamento ou a exclusão de algum produto se dá apenas pelo seu sucesso ou insucesso.

Corroborando com esse contexto, foi analisado a quantidade de produtos que foram lançados ou excluídos do portfólio entre os anos de 2016 a 2018, conforme dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Lançamento e exclusão de produtos.

ANO	LANÇAMENTO	EXCLUSÃO
2015	98	35
2016	39	10
2017	32	3
2018	5	3

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Diante desse cenário, a proposta de um modelo visa justamente sistematizar os processos adotados na hora de tomar decisões em relação a quais produtos devem continuar no portfólio ou quais devem ser descontinuados.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

A empresa conta com aproximadamente 400 itens de fabricação em seu portfólio, porém, devido à grande quantidade de dados que a mesma teria que disponibilizar não foi permitido aplicar o modelo para todos os produtos, sendo esta decisão tomada pela gestora da

empresa. Assim, neste estudo, as alternativas consideradas representam 10,3% do total de produtos contidos no portfólio.

As alternativas foram denominadas pelo conjunto $A = \{a_1, a_2, a_3 \dots a_{40}\}$, no qual é composto por quarenta produtos, sendo estes caracterizados pela família de produtos do grupo Antiaderente, conforme demonstrado no Quadro 12.

Quadro 12 - Definição das alternativas.

Produtos	Alternativas	Produtos	Alternativas
CAC EXT A.A CEREJA TV 18	a_1	FORMA C/CENTRO A.A CEREJA 24	a_{21}
CAC EXT A.A CEREJA TV 20	a_2	FORMA DE PIZZA A.A 30	a_{22}
CAC EXT A.A CEREJA TV 22	a_3	FORMA DE PIZZA FURADA A.A 33	a_{23}
CAC EXT A.A CEREJA TV 24	a_4	FORMA FDO MOV. A.A CEREJA 24	a_{24}
CAC EXT A.A CEREJA TV 26	a_5	FORMA REDONDA A.A 24	a_{25}
CAC EXT A.A INT 16 OCEAN TV	a_6	FRIG A.A 18	a_{26}
CAC EXT A.A INT 18 OCEAN TV	a_7	FRIG A.A 20 C/ESPATULA	a_{27}
CAC EXT A.A INT 20 OCEAN TV	a_8	FRIG A.A 20 C/TPA	a_{28}
CAC EXT A.A INT 22 OCEAN TV	a_9	FRIG A.A 22	a_{29}
CAC EXT A.A INT 24 OCEAN TV	a_{10}	FRIG A.A FRANC 20 C/ESPAT	a_{30}
CAC EXT A.A INT 26 OCEAN TV	a_{11}	FRIG A.A FRANC CEREJA 20	a_{31}
CAC LUXO A.A 18	a_{12}	FRIG A.A FRANCESA 18	a_{32}
CAC LUXO A.A 20	a_{13}	FRIG A.A FRANCESA 20	a_{33}
CAC LUXO A.A 22	a_{14}	FRIG A.A FRANCESA 22	a_{34}
CAC LUXO A.A 24	a_{15}	FRIG A.A FRANCESA 24	a_{35}
CAC LUXO A.A INT WINE 16 TV	a_{16}	FRIG A.A INT CORTEN 30 TV	a_{36}
CAC LUXO A.A INT WINE 18 TV	a_{17}	FRIG A.A INT VERM 26 TV	a_{37}
CAC LUXO A.A INT WINE 20 TV	a_{18}	FRIG A.A INT VERM 30 TV	a_{38}
CAC LUXO A.A INT WINE 22 TV	a_{19}	FRIG A.A INT WINE 20	a_{39}
CAC LUXO A.A INT WINE 24 TV	a_{20}	PAN DE PRESSAO 7L A.A	a_{40}

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

4.3 DEFINIÇÃO E PESOS DOS CRITÉRIOS

Para a escolha de um critério deve-se levar em consideração a qualidade dos dados que serão utilizados para avaliar as alternativas. Os critérios utilizados nesse estudo possuem natureza quantitativa e qualitativa, a mensuração dos mesmos teve como entrada um banco de dados e informações sobre cada produto. A família de critérios utilizada pelo método ELECTRE TRI são os pseudo-critérios, fazendo uso de índices de concordância e discordância. Os critérios utilizados nesse estudo são apresentados no Quadro 13.

Quadro 13 - Definição dos critérios.

CRITÉRIOS	DESCRIÇÃO	OBJETIVO
g_1	Tempo de mercado	Minimizar
g_2	Vantagem competitiva	Maximizar
g_3	Alinhamento estratégico	Maximizar
g_4	Margem de contribuição	Maximizar

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

No ELECTRE TRI é possível trabalhar a natureza de cada critério. Atributos como custo, são tratados de forma decrescente, ou seja, quanto menor, melhor será o resultado. Já a lucratividade e benefício como crescente. No caso do critério g_1 foi considerado como decrescente, visto que quanto menor o tempo, mais perto o produto estará de sua introdução no mercado.

Os dados de entrada dos critérios g_1 e g_2 tiveram como base os valores disponibilizados pelo decisor. Já os critérios g_3 e g_4 foram avaliados com base em uma escala ordinal, escala de *Likert* de 5 pontos, estabelecendo uma escala de pontuação para cada critério, sendo está avaliada por meio da percepção e conhecimento do decisor. Perante essas considerações, os critérios utilizados são descritos a seguir:

Critério g_1 – Tempo de mercado: esse critério avalia o tempo em que o produto se encontra no mercado. É um critério estratégico, visto que o monitoramento e as informações de como os produtos se comportam no mercado, é um fator importante para avaliar os resultados e adequar as estratégias de retirada do produto ou não do mercado (ROZENFELD et al., 2006). Como esse critério avalia o tempo do produto no mercado, os valores atribuídos a cada produto se deram pela quantidade de dias que o mesmo está inserido no mercado, desde sua data de lançamento.

Critério g_2 – Vantagem competitiva: é um critério estratégico e financeiro no qual realiza uma avaliação com base no preço de venda dos produtos. Esse critério visa auxiliar os gestores na geração, avaliação, mensuração econômica e análise de alternativas. A importância é ressaltada à medida que estes convivem com as imposições do mercado, e da disponibilidade financeira do consumidor. Aqui os valores atribuídos, tiveram como entrada o preço de venda de cada produto.

Critério g_3 – Alinhamento estratégico: coordena as estratégias da empresa para um grupo de produtos, de forma a considerar que o portfólio final refletirá a estratégia do negócio, ou seja, aqui cada produto do portfólio apoia individualmente a estratégia da empresa devendo se adequar as áreas de mercado ou tecnologia conforme definido pela estratégia de negócios ou

inovação da empresa (MIGUEL, 2008; KESTER; HULTINK; GRIFFIN, 2014; JUGEND; LEONI, 2015). Como o critério g_3 é de natureza qualitativa, o mesmo não teve parâmetros para medição, assim, este foi avaliado com base na escala de *Likert*. A escala para esse critério está apresentada no Quadro 14.

Quadro 14 – Escala do critério g_3 .

VALOR	DESCRIÇÃO
5	Altíssimo
4	Alto
3	Média
2	Baixa
1	Baixíssima

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Critério g_4 – Margem de contribuição: representa quanto o lucro da venda de cada produto contribuirá para a empresa cobrir todos os seus custos e despesas. É um instrumento de apoio ao processo interno de tomada de decisões, pois, facilita a identificação dos produtos com maior rentabilidade. O critério g_4 possui natureza quantitativa, porém os dados referentes não foram disponibilizados, sendo assim o mesmo também foi avaliado por meio da escala de *Likert*. A escala para esse critério está apresentada no Quadro 15.

Quadro 15 - Escala do critério g_4 .

VALOR	DESCRIÇÃO
5	Altíssima
4	Alta
3	Média
2	Baixa
1	Baixíssima

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

4.3.1 Aplicação do AHP

Para atribuir o peso dos critérios, foi aplicado o método AHP, utilizando a escala proposta por Saaty (1980). Por meio da comparação par a par de cada critério, o decisor identificou qual critério era o mais importante e qual era o grau de importância que um tinha sobre o outro. Por meio disso, foi possível obter a matriz de julgamento, conforme exposto no Quadro 16.

Quadro 16 - Matriz de avaliação do AHP.

Critérios	g_1	g_2	g_3	g_4
g_1	1	1/2	1/2	1/3
g_2	2	1	1	1
g_3	2	1	1	2
g_4	3	1	1/2	1
Soma	8	3,5	3	4,3

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Após isso, os dados foram normalizados por meio da divisão de cada valor obtido com a soma dos elementos de cada coluna, indicando o vetor de ponderação de cada critério, conforme demonstrado no Quadro 17.

Quadro 17 - Peso atribuído aos critérios.

Critérios	g_1	g_2	g_3	g_4	Pontuação
g_1	0,13	0,14	0,17	0,08	0,14
g_2	0,25	0,29	0,33	0,23	0,27
g_3	0,25	0,29	0,33	0,46	0,33
g_4	0,38	0,29	0,17	0,23	0,26

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Conforme apresentado no Quadro 14 o vetor determina o peso relativo de cada critério no resultado total e corresponde de modo aproximado à média aritmética dos valores de cada um dos critérios, deixando evidente qual critério é considerado o mais relevante conforme a preferência do decisor. Assim, verificou-se que o critério que possui maior relevância para o decisor é composto pelo alinhamento estratégico.

Após a atribuição dos pesos dos critérios, calculou-se a razão de consistência dos resultados através da Equação 5, para verificar a coerência nos julgamentos. Através do teste de consistência realizado, pôde-se constatar que a comparação pareada do decisor obteve uma RC de 0,0501 que atende ao requisito de que uma consistência aceitável deve ser menor ou igual a 0,10 conforme definido por Saaty (2005). Caso o índice atingisse uma inconsistência dando um resultado maior que 0,10 o decisor é orientado a rever seus julgamentos, buscando torná-los consistentes.

4.4 DEFINIÇÃO DAS CLASSES

Após a atribuição de peso a cada critério, definiu-se as classes e as particularidades de cada uma delas. Essa classificação proporciona uma orientação de ação para o decisor. No método ELECTRE TRI as classes são ordenadas da menos favorável para a mais favorável. Em vista disso, foram estabelecidas três classes sendo denotadas pelo conjunto $C = \{C_1, C_2, C_3\}$, como ilustrado no Quadro 18.

Quadro 18 - Definição das classes.

Classes	
C_1	Produtos candidatos a excluir
C_2	Produtos derivativos
C_3	Produtos com prioridade

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Na classe de produtos candidatos a serem excluídos foram considerados os produtos que não são mais competitivos para a empresa, levando em consideração seu baixo giro de estoque e falta de demanda. Essa característica se dá pelos produtos desenvolvidos com base na imitação ou na produção em massa de produtos existentes.

Na classe de produtos derivativos foram considerados aqueles caracterizados por possuir uma média vantagem competitiva, mas com potencial para sofrer alterações incrementais, ou mudanças incrementais no processo, como um processo de fabricação com baixo custo, maior confiabilidade ou uma pequena alteração nos materiais utilizados, com pouca ou nenhuma alteração no produto.

Na classe produtos prioritários, foram considerados aqueles que possuem maior vantagem competitiva para empresa, não necessitando de mudanças incrementais, apenas decisões estratégicas, visando manter os produtos em uma posição competitiva.

4.5 MODELAGEM DAS PREFERÊNCIAS

Definido os critérios, pesos e alternativas foi construída a matriz de avaliação conforme as proposições estabelecidas pelo decisor. Antes da modelagem das preferências do decisor, os dados referentes aos itens avaliados nas alternativas para a construção da matriz avaliação foram normalizados, visto que para ter uma comparação válida todos os elementos devem estar em uma mesma dimensão.

Para preservar o máximo de informações em relação aos valores iniciais de atributos e valores de outros critérios, é necessário verificar a simetria dos valores normalizados ao comparar os critérios de custo e benefício, por exemplo, em alguns métodos de normalização, os critérios de benefício podem ser normalizados no intervalo $p-1$ ($0 < p < 1$), enquanto no caso dos critérios de tipo de custo, esse valor pertence no intervalo de $0 - p$ ou $0- 1$ (JAHAN; EDWARDS, 2015). Assim para a normalização dos dados fez-se o uso dos métodos lineares de normalização *max-min*, utilizando a Equação 7 e 8 para critérios de benefícios e custos, respectivamente.

$$benefício = \frac{(r_{ij} - r_{j\min})}{(r_{j\max} - r_{j\min})} \quad (7)$$

$$custo = \frac{(r_{j\max} - r_{ij})}{(r_{j\max} - r_{j\min})} \quad (8)$$

Onde, r_{ij} representa o valor da alternativa que está sendo avaliada, $r_{j\min}$ é o valor mínimo das alternativas para o critério analisado e $r_{j\max}$ é o valor máximo das alternativas para o respectivo critério.

Como resultado tem-se a matriz de avaliação com os dados das alternativas em relação a cada critério normalizados, conforme mostra o Quadro 19.

Quadro 19 - Matriz de avaliação.

PRODUTOS	ALTERNATIVAS	g_1	g_2	g_3	g_4
CAC EXT A.A CEREJA TV 18	a_1	0,25	0,52	0,30	0,33
CAC EXT A.A CEREJA TV 20	a_2	0,26	0,60	0,30	0,33
CAC EXT A.A CEREJA TV 22	a_3	0,25	0,72	0,30	0,33
CAC EXT A.A CEREJA TV 24	a_4	0,28	0,83	0,30	0,33
CAC EXT A.A CEREJA TV 26	a_5	0,28	0,95	0,08	0,00
CAC EXT A.A INT 16 OCEAN TV	a_6	0,78	0,39	0,52	0,33
CAC EXT A.A INT 18 OCEAN TV	a_7	0,78	0,50	0,52	0,33
CAC EXT A.A INT 20 OCEAN TV	a_8	1,00	0,58	0,80	1,00
CAC EXT A.A INT 22 OCEAN TV	a_9	0,79	0,70	0,30	0,33
CAC EXT A.A INT 24 OCEAN TV	a_{10}	0,78	0,56	0,30	0,67
CAC EXT A.A INT 26 OCEAN TV	a_{11}	0,79	0,95	0,30	0,00
CAC LUXO A.A 18	a_{12}	0,05	0,31	0,18	0,00
CAC LUXO A.A 20	a_{13}	1,00	0,39	0,12	0,00
CAC LUXO A.A 22	a_{14}	0,88	0,45	0,52	0,33
CAC LUXO A.A 24	a_{15}	0,77	0,52	0,00	0,33
CAC LUXO A.A INT WINE 16 TV	a_{16}	0,79	0,23	0,73	0,33
CAC LUXO A.A INT WINE 18 TV	a_{17}	0,79	0,26	0,73	0,67
CAC LUXO A.A INT WINE 20 TV	a_{18}	0,79	0,32	0,73	0,67
CAC LUXO A.A INT WINE 22 TV	a_{19}	0,93	0,50	0,80	1,00
CAC LUXO A.A INT WINE 24 TV	a_{20}	0,79	0,46	0,52	0,67
FORMA C/CENTRO A.A CEREJA 24	a_{21}	0,77	0,14	0,52	0,33
FORMA DE PIZZA A.A 30	a_{22}	0,86	0,12	0,30	0,33
FORMA DE PIZZA FURADA A.A 33	a_{23}	0,08	0,19	0,30	0,00
FORMA FDO MOVEL A.A CEREJA 24	a_{24}	0,48	0,23	0,30	0,00
FORMA REDONDA A.A 24	a_{25}	0,45	0,17	0,08	0,00
FRIG A.A 18	a_{26}	0,00	0,00	0,95	0,67
FRIG A.A 20 C/ESPA TULA	a_{27}	0,42	0,08	0,73	0,33
FRIG A.A 20 C/TPA	a_{28}	0,36	0,21	0,73	0,33
FRIG A.A 22	a_{29}	0,00	0,06	0,95	0,67
FRIG A.A FRANC 20 C/ESPA T	a_{30}	0,47	0,08	0,73	0,33
FRIG A.A FRANC CEREJA 20	a_{31}	1,00	0,06	0,73	1,00
FRIG A.A FRANCESA 18	a_{32}	0,36	0,61	0,95	1,00
FRIG A.A FRANCESA 20	a_{33}	1,00	0,46	0,95	1,00
FRIG A.A FRANCESA 22	a_{34}	0,32	0,62	0,95	0,67
FRIG A.A FRANCESA 24	a_{35}	0,56	0,42	1,00	0,67
FRIG A.A INT CORTEN 30 TV	a_{36}	0,78	0,36	0,73	0,67
FRIG A.A INT VERM 26 TV	a_{37}	0,54	0,72	0,73	1,00
FRIG A.A INT VERM 30 TV	a_{38}	0,14	0,90	0,73	0,33
FRIG A.A INT WINE 20	a_{39}	0,86	0,26	0,52	0,33
PAN DE PRESSAO 7L A.A **	a_{40}	0,67	1,00	0,52	0,33

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Após a padronização da matriz de avaliação, estabeleceu-se os limites de referências (b_1 e b_2) superiores e inferiores das classes definidas no estudo, ou seja, quais as condições de tolerância para cada uma das alternativas monitoradas. O Quadro 20 apresenta os limites superiores e inferiores entre as três classes definidas.

Quadro 20 - Limites entre as classes.

CLASSES	LIMITE DE REFERÊNCIA	LIMITES DAS CLASSES EM CADA CRITÉRIO			
		g_1	g_2	g_3	g_4
$C_1 - C_2$	b_1	0,25	0,25	0,25	0,25
$C_2 - C_3$	b_2	0,6	0,6	0,6	0,6

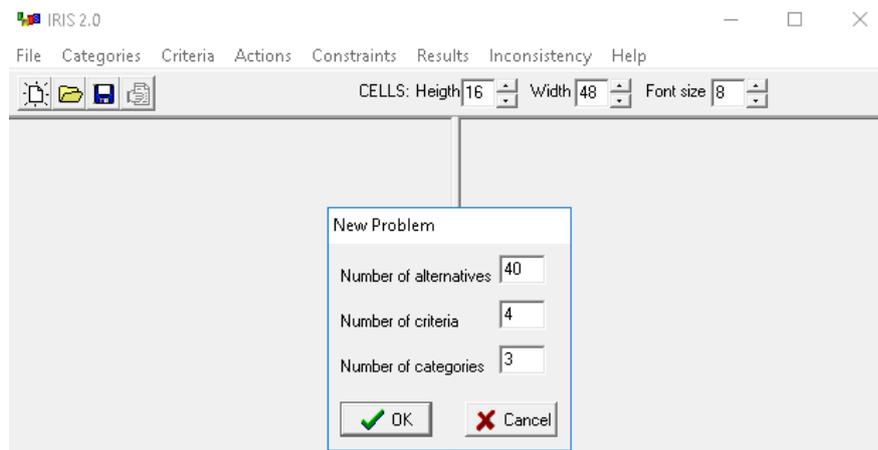
Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Os limiares de indiferença e preferência também foram definidos, sendo estes considerados nulo, visto que houve dificuldade por parte do decisor em quantificar as situações de indiferença ou preferência. Em relação ao limite de veto optou-se por não o utilizar, sendo que no ELECTRE TRI o mesmo expõe uma predisposição de alocar uma alternativa em uma classe menos favorável.

4.6 EXECUÇÃO DO ELECTRE TRI NO *SOFTWARE* IRIS 2.0

Para execução do método de classificação do ELECTRE TRI, primeiramente foi inserido no *software* IRIS 2,0 os dados tabulados e as informações definidas, sendo os números de alternativas ($A = 40$), critérios ($G = 4$) e as classes ($C = 3$), conforme ilustrado na Figura 9.

Figura 9 - Entrada dos dados.



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

O processo de construção da matriz de avaliação foi realizado por meio de planilha no Microsoft Excel 2016. Esses dados após sua normalização serviram de entrada para aplicação do método, assim a Figura 10 apresenta a tabela de avaliação inserida no software apresentado.

Figura 10 - Matriz de avaliação no software IRIS 2.0.

IRIS 2.0 - D:\OneDrive\Area de Trabalho\Dissertação\output45.tri

File Categories Criteria Actions Constraints Results Inconsistency Help

CELLS: Height 14 Width 48 Font size 8

Actions	Fixed Par.	Bounds	Constraints			
Action	ELow	EHigh	a1	a2	a3	a4
a1	1	3	0.25	0.52	0.3	0.33
a2	1	3	0.26	0.6	0.3	0.33
a3	1	3	0.25	0.72	0.3	0.33
a4	1	3	0.28	0.83	0.3	0.33
a5	1	3	0.28	0.95	0.08	0
a6	1	3	0.78	0.39	0.52	0.33
a7	1	3	0.78	0.5	0.52	0.33
a8	1	3	1.00	0.58	0.8	1.00
a9	1	3	0.79	0.7	0.3	0.33
a10	1	3	0.78	0.56	0.22	0.67
a11	1	3	0.79	0.95	0.3	0
a12	1	3	0.05	0.31	0.18	0
a13	1	3	1	0.39	0.12	0
a14	1	3	0.88	0.45	0.52	0.33
a15	1	3	0.77	0.52	0	0.33
a16	1	3	0.79	0.23	0.73	0.33
a17	1	3	0.79	0.26	0.73	0.67
a18	1	3	0.79	0.32	0.73	0.67
a19	1	3	0.93	0.5	0.8	1.00
a20	1	3	0.79	0.46	0.52	0.67
a21	1	3	0.77	0.14	0.52	0.33
a22	1	3	0.86	0.12	0.3	0.33
a23	1	3	0.08	0.19	0.3	0
a24	1	3	0.48	0.23	0.3	0
a25	1	3	0.45	0.17	0.08	0
a26	1	3	0	0	0.95	0.67
a27	1	3	0.42	0.08	0.73	0.33
a28	1	3	0.36	0.21	0.73	0.33
a29	1	3	0	0.06	0.95	0.67
a30	1	3	0.47	0.08	0.73	0.33
a31	1	3	1	0.06	0.73	1
a32	1	3	0.36	0.61	0.95	1
a33	1	3	1	0.46	0.95	1
a34	1	3	0.32	0.62	0.95	0.67
a35	1	3	0.56	0.42	1	1
a36	1	3	0.78	0.36	0.73	0.67
a37	1	3	0.54	0.72	0.73	1
a38	1	3	0.14	0.9	0.73	0.33
a39	1	3	0.86	0.26	0.52	0.33
a40	1	3	0.67	1	0.52	0.33

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

O próximo passo se deu pela inserção dos dados referente a modelagem das preferências do decisor, sendo inserido no *software*, os limites que dividem as três classes escolhidas, definidas no tópico 4.4 deste estudo, os limiares de preferência e indiferença e veto. A Figura 11 ilustra a inserção desses dados no *software*.

Figura 11 - Limites superiores e inferiores, limiares de preferência, indiferença e veto.

IRIS 2.0 - D:\OneDrive\Area de Trabalho\Dissertação\output45.tri

File Categories Criteria Actions Constraints Results Inconsistency Help

CELLS: Height 16 Width 48 Font size 8

Actions	Fixed Par.	Bounds			
		g1	g2	g3	g4
g(b1)		0.25	0.25	0.25	0.25
g1		0	0	0	0
p1		0	0	0	0
g(b2)		0.6	0.6	0.6	0.6
g2		0	0	0	0
p2		0	0	0	0
MAX/min		1	1	1	1

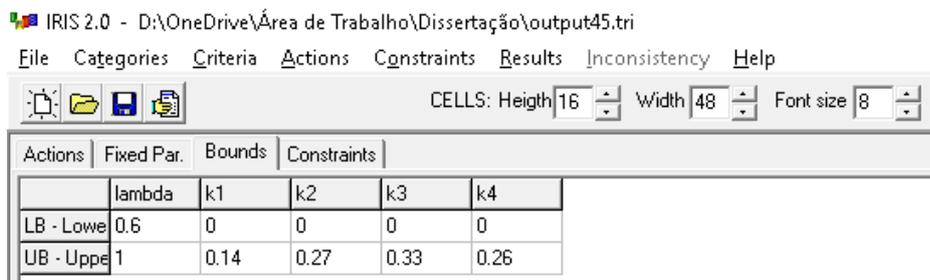
Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Os limiares de preferência (p) e indiferença (q) assumiram valores iguais a zero, essa escala possibilitou admitir que os critérios utilizados são critérios verdadeiros e não pseudo-

critérios, visto que não é necessário a definição dos limiares que representam as informações de preferência intra-critério.

Por conseguinte, destaca-se que o software possibilita que os critérios e o nível de corte assumam valores variados dentre um intervalo definido pelo decisor. Dessa forma os parâmetros foram ajustados para responder da melhor maneira sobre as preferências. Os limites dos critérios foram estabelecidos tendo em vista o grau de importância do peso que cada critério desempenha sobre o problema. A inserção dos pesos dos critérios, considerando os limites no software IRIS 2.0, está apresentada na Figura 12.

Figura 12 - Pesos dos critérios.



	lambda	k1	k2	k3	k4
LB - Lowe	0.6	0	0	0	0
UB - Upper	1	0.14	0.27	0.33	0.26

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Para a modelagem do método utilizou-se o limiar de corte $\lambda = 0,6$ em relação ao nível de corte. O valor fixado para o limiar de corte se deu por gerar um resultado com grau de exigência baixo, visto que é a primeira vez que a empresa realiza uma classificação do portfólio. Considerando as variáveis citadas, a Figura 13 ilustra o resultado da aplicação do método, que classifica o portfólio de produtos em classes conforme os critérios estabelecidos.

Figura 13 - Resultado da classificação do modelo.

IRIS 2.0 - D:\OneDrive\Área de Trabalho\Dissertação\output45.tri

File Categories Criteria Actions Constraints Results Inconsistency Help

CELLS: Height 14 Width 48 Font size 8

Actions							Results		
Action	ELow	EHinh	a1	a2	a3	a4	r1	r2	r3
a1	1	3	0.25	0.52	0.3	0.33			
a2	1	3	0.26	0.6	0.3	0.33			
a3	1	3	0.25	0.72	0.3	0.33			
a4	1	3	0.28	0.83	0.3	0.33			
a5	1	3	0.28	0.95	0.08	0			
a6	1	3	0.78	0.39	0.52	0.33			
a7	1	3	0.78	0.5	0.52	0.33			
a8	1	3	1.00	0.58	0.8	1.00			
a9	1	3	0.79	0.7	0.3	0.33			
a10	1	3	0.78	0.56	0.22	0.67			
a11	1	3	0.79	0.95	0.3	0			
a12	1	3	0.05	0.31	0.18	0			
a13	1	3	1	0.39	0.12	0			
a14	1	3	0.88	0.45	0.52	0.33			
a15	1	3	0.77	0.52	0	0.33			
a16	1	3	0.79	0.23	0.73	0.33			
a17	1	3	0.79	0.26	0.73	0.67			
a18	1	3	0.79	0.32	0.73	0.67			
a19	1	3	0.93	0.5	0.8	1.00			
a20	1	3	0.79	0.46	0.52	0.67			
a21	1	3	0.77	0.14	0.52	0.33			
a22	1	3	0.86	0.12	0.3	0.33			
a23	1	3	0.08	0.19	0.3	0			
a24	1	3	0.48	0.23	0.3	0			
a25	1	3	0.45	0.17	0.08	0			
a26	1	3	0	0	0.95	0.67			
a27	1	3	0.42	0.08	0.73	0.33			
a28	1	3	0.36	0.21	0.73	0.33			
a29	1	3	0	0.06	0.95	0.67			
a30	1	3	0.47	0.08	0.73	0.33			
a31	1	3	1	0.06	0.73	1			
a32	1	3	0.36	0.61	0.95	1			
a33	1	3	1	0.46	0.95	1			
a34	1	3	0.32	0.62	0.95	0.67			
a35	1	3	0.56	0.42	1	1			
a36	1	3	0.78	0.36	0.73	0.67			
a37	1	3	0.54	0.72	0.73	1			
a38	1	3	0.14	0.9	0.73	0.33			
a39	1	3	0.86	0.26	0.52	0.33			
a40	1	3	0.67	1	0.52	0.33			

lambda	k1	k2	k3	k4
0.6	0.14	0.27	0.33	0.26

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Com os resultados da aplicação do método ELECTRI TRI é possível encontrar dois cenários: otimista e pessimista. No cenário otimista, o procedimento aloca os produtos analisados na classe superior, sugerindo uma exigência menor, já no cenário pessimista os produtos são alocados na classe inferior, com um grau de exigência maior (MOUSSEAU; SLOWINSKI, 1998).

4.6.1 Análise de sensibilidade do modelo

Com objetivo de verificar a estabilidade do modelo e observar como ele se comporta perante variações, foi realizada uma análise de sensibilidade do resultado do modelo em relação ao nível de corte (λ) e peso dos critérios. Para esta análise o valor assumido de (λ) deve estar entre 0,5 e 1 (MOUSSEAU; SLOWINSKI; ZIELNIEWICZ, 2000). Assim, adotou-se para o nível de corte: $\lambda = 0,6$, $\lambda = 0,7$, $\lambda = 0,8$ e, $\lambda = 0,9$. Os limiares 0,5 e 1 não foram adotados, visto que esses valores são considerados extremos, onde 0,5 possui exigência baixa e 1

exigência alta. No Quadro 21 apresenta-se a classificação dos produtos da análise de sensibilidade do modelo quanto aos índices.

Quadro 21 - Análise do modelo com diferentes λ

CLASSES	PORTFÓLIO DE PRODUTOS			
	$\lambda = 0,6$	$\lambda = 0,7$	$\lambda = 0,8$	$\lambda = 0,9$
Produtos candidatos a excluir (C_1)	$a_5, a_{10}, a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{15}, a_{23}, a_{24}, a_{25}, a_{26}, a_{29}, a_{28}$	$a_5, a_{10}, a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{15}, a_{23}, a_{24}, a_{25}, a_{26}, a_{29}, a_{28}$	$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}, a_{17}, a_{18}, a_{19}, a_{20}, a_{21}, a_{22}, a_{23}, a_{24}, a_{25}, a_{26}, a_{27}, a_{28}, a_{29}, a_{30}, a_{31}, a_{32}, a_{33}, a_{34}, a_{35}, a_{36}, a_{37}, a_{38}, a_{39}, a_{40}$	$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}, a_{17}, a_{18}, a_{19}, a_{20}, a_{21}, a_{22}, a_{23}, a_{24}, a_{25}, a_{26}, a_{27}, a_{28}, a_{29}, a_{30}, a_{31}, a_{32}, a_{33}, a_{34}, a_{35}, a_{36}, a_{37}, a_{38}, a_{39}, a_{40}$
Produtos derivativos (C_2)	$a_1, a_2, a_3, a_4, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{14}, a_{16}, a_{20}, a_{21}, a_{22}, a_{27}, a_{28}, a_{30}, a_{32}, a_{34}, a_{35}, a_{37}, a_{39}, a_{40}$	$a_1, a_2, a_3, a_4, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{14}, a_{16}, a_{20}, a_{21}, a_{22}, a_{27}, a_{28}, a_{30}, a_{32}, a_{34}, a_{35}, a_{37}, a_{39}, a_{40}$	—	—
Produtos com prioridade (C_3)	$a_8, a_{17}, a_{18}, a_{19}, a_{31}, a_{33}, a_{36}$	$a_8, a_{17}, a_{18}, a_{19}, a_{31}, a_{33}, a_{36}$	—	—

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Por meio do Quadro 21 pode-se notar que o modelo é muito sensível, principalmente em relação a alteração do nível de corte (λ) de 0,7 para 0,8. Isso ocorre pelo fato de o modelo considerar um nível de corte de baixa exigência ($\lambda = 0,6$).

Em relação a análise de sensibilidade referente ao peso dos critérios, foi atribuído o mesmo peso para cada critério (g), considerando ($g = 0,25$). O quadro 22 apresenta a classificação dos produtos após a análise de sensibilidade para o peso dos critérios.

Quadro 22 - Análise do modelo em relação aos pesos dos critérios.

CLASSES	PORTFÓLIO DE PRODUTOS
Produtos candidatos a excluir (C_1)	$a_5, a_{10}, a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{15}, a_{23}, a_{24}, a_{25}, a_{26}, a_{29}, a_{28}$
Produtos derivativos (C_2)	$a_1, a_2, a_3, a_4, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{14}, a_{16}, a_{20}, a_{21}, a_{22}, a_{27}, a_{28}, a_{30}, a_{32}, a_{34}, a_{35}, a_{37}, a_{39}, a_{40}$
Produtos com prioridade (C_3)	$a_8, a_{17}, a_{18}, a_{19}, a_{31}, a_{33}, a_{36}$

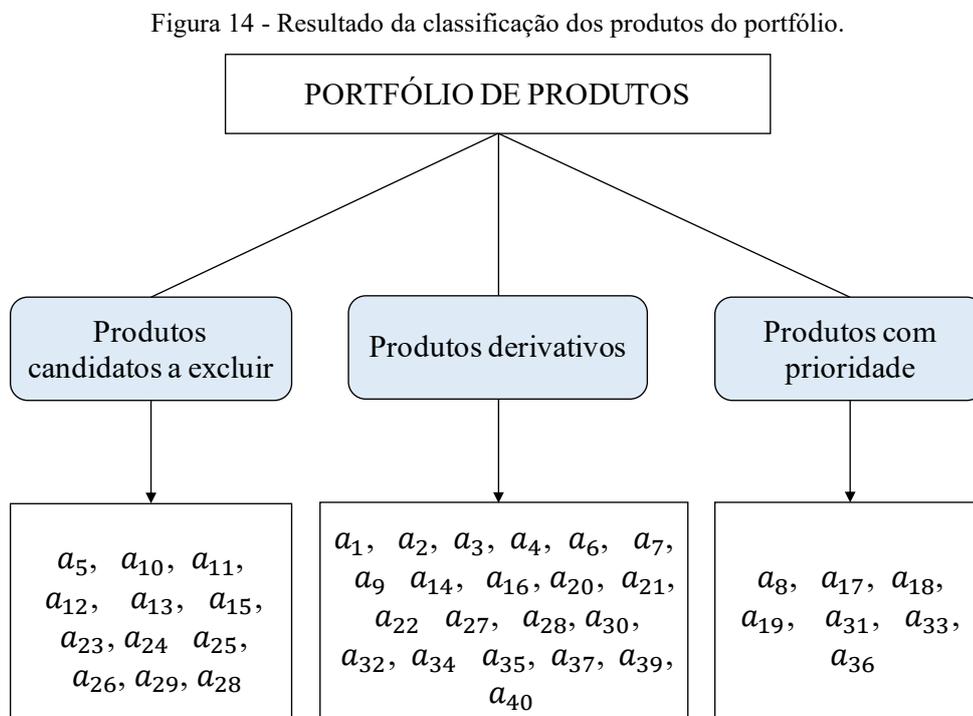
Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Nota-se que com as alterações realizadas nos pesos dos critérios, não houve variações na classificação dos produtos. Por meio das duas análises realizadas, conclui-se que o método empregado para classificação do portfólio de produtos é estável. Vale ressaltar que o software IRIS 2.0 utiliza apenas o índice de concordância do procedimento pessimista, assim, as análises de sensibilidade consideraram apenas o procedimento pessimista.

4.7 RESULTADOS DA EXECUÇÃO DO ELECTRE TRI NO *SOFTWARE* IRIS 2.0

A utilização da metodologia ELECTRE TRI permitiu a classificação dos produtos do portfólio em três classes: Produtos candidatos a excluir (C_1); Produtos derivativos (C_2) e; Produtos com prioridade (C_3). Essa classificação se deu pela execução do ELECTRE TRI no *software* IRIS 2.0, conforme ilustrado na Figura 13 do tópico 4.6. Desta forma a coloração mais forte indicou o resultado do método proposto pelo software, ao mesmo tempo que a coloração mais clara indicou uma possível realocação das alternativas, conforme o julgamento do decisor.

Com base nos dados definidos junto ao decisor, o resultado da aplicação do método pode ser visualizado tanto pela Figura 13, quanto pelo esquema de representação ilustrado na Figura 15. Assim, na Figura 14 apresenta-se a classificação dos produtos do portfólio com $\lambda = 0,6$.



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Por meio dos resultados, é possível observar a estatística resultante da aplicação do método ELECTRE TRI, indicando o percentual de ocorrências em cada classe, conforme apresentado no Quadro 23.

Quadro 23 - Estatística dos resultados.

CLASSES	PORTFÓLIO DE PRODUTOS
Produtos candidatos a excluir (C_1)	30% (12 de 40)
Produtos derivativos (C_2)	52,5% (21 de 40)
Produtos com prioridade (C_3)	17,5% (7 de 40)

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

A classificação adotada permitiu uma interpretação adequada de como os produtos estão posicionados, aqui cada produto foi avaliado de forma individual com base nos critérios, pois cada situação dependeu de um julgamento. Assim, os resultados apresentados no estudo, decorrente da aplicação do modelo proposto para a problemática de classificação, mostraram que os produtos CAC EXT A.A INT 20 OCEAN TV (a_8), CAC LUXO A.A INT WINE 18 TV (a_{17}), CAC LUXO A.A INT WINE 20 TV (a_{18}), CAC LUXO A.A INT WINE 22 TV (a_{19}), FRIG A.A FRANC CEREJA 20 (a_{31}), FRIG A.A FRANCESA 20 (a_{33}), FRIG A.A INT CORTEN 30 TV (a_{36}) enquadraram-se na classe de produtos prioritários, na qual tiveram maiores desempenho em relação aos critérios g_2 , g_3 e g_4 , estando de acordo com as estratégias da empresa.

Em relação aos produtos CAC EXT A.A CEREJA TV 18 (a_1), CAC EXT A.A CEREJA TV 20 (a_2), CAC EXT A.A CEREJA TV 22 (a_3), CAC EXT A.A CEREJA TV 24 (a_4), CAC EXT A.A INT 16 OCEAN TV (a_6), CAC EXT A.A INT 18 OCEAN TV (a_7), CAC EXT A.A INT 22 OCEAN TV (a_9), CAC LUXO A.A 22 (a_{14}), CAC LUXO A.A INT WINE 16 TV (a_{16}), CAC LUXO A.A INT WINE 24 TV (a_{20}), FORMA C/CENTRO A.A CEREJA 24 (a_{21}), FORMA DE PIZZA A.A 30 (a_{22}), FRIG A.A 20 C/ESPATULA (a_{27}), FRIG A.A 20 C/TPA (a_{28}), FRIG A.A FRANC 20 C/ESPAT (a_{30}), FRIG A.A FRANCESA 18 (a_{32}), FRIG A.A FRANCESA 22 (a_{34}), FRIG A.A FRANCESA 24 (a_{35}), FRIG A.A INT VERM 26 TV (a_{37}), FRIG A.A INT WINE 20 (a_{39}), PAN DE PRESSAO 7L A.A (a_{40}) estes foram alocados na classe de produtos derivativos.

O fato da maioria dos produtos ficarem concentrados na classe intermediária salienta que os mesmos possuem um potencial para sofrerem algum tipo de alteração ou mudanças incrementais no produto, digamos, uma nova embalagem ou um novo recurso, com pouca ou nenhuma mudança no processo de fabricação; mudanças incrementais no processo, como um processo de fabricação de custo mais baixo, maior confiabilidade ou uma pequena mudança

nos materiais usados, com pouca ou nenhuma mudança no produto; e mudanças incrementais em ambos cenários (CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, 1993).

Em relação as classes (C_1) e (C_3) que obtiveram um percentual similar de produtos alocados, apontaram coerência em relação a alocação desses produtos, visto que os produtos CAC EXT A.A CEREJA TV 26 (a_5), CAC EXT A.A INT 24 OCEAN TV (a_{10}), CAC EXT A.A INT 26 OCEAN TV (a_{11}), CAC LUXO A.A 18 (a_{12}), CAC LUXO A.A 20 (a_{13}), CAC LUXO A.A 24 (a_{15}), FORMA DE PIZZA FURADA A.A 33 (a_{23}), FORMA FDO MOV. A.A CEREJA 24 (a_{24}), FORMA REDONDA A.A 24 (a_{25}), FRIG A.A 18 (a_{26}) e FRIG A.A 22 (a_{29}), FRIG A.A INT VERM 30 TV (a_{38}) alocados na classe de produtos candidatos a serem excluídos do portfólio, não obtiveram um bom desempenho quanto ao critério (g_3) que possuía o maior valor de ponderação, e reflete a estratégia da empresa para um grupo de produtos, devendo se adequar as áreas de mercado ou tecnologia conforme definido pela estratégia de negócios.

Os produtos que foram alocados para serem excluídos do portfólio justifica – se por não apresentarem uma margem de contribuição desejada pelo decisor, em virtude de possuírem um preço reduzido, visando atender diversos mercados. Outro fator a ser considerado está relacionado ao giro de estoque desses produtos que influencia diretamente na margem de contribuição, pois as produções excessivas sem um alinhamento estratégico desses produtos acabam não tendo as vendas conforme previstas, e para conseguirem fazer esses itens terem um giro os produtos são vendidos com descontos elevados reduzindo assim sua margem de contribuição.

Diante dos resultados, o decisor poderá aplicar seu conhecimento e experiência para balancear e realizar outros ajustes no portfólio, por meio da inclusão de um produto em outra categoria ou excluir um produto do portfólio.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão de portfólio de produtos está cada vez mais presente nas organizações como uma possibilidade de viabilizar mudanças e melhorar o controle sobre seus processos. O grau de impacto que a gestão de portfólio possui sobre as organizações, principalmente em termos estratégicos, pode impulsionar a estratégia e gerar vantagens competitivas dentro das organizações.

Como as decisões referente ao portfólio de produtos são problemas de tomada de decisões que envolvem múltiplos critérios, o estudo teve como objetivo desenvolver um modelo multicritério de classificação, visando nortear as decisões relacionadas ao portfólio de produtos, com etapas que representam uma forma organizada de tornar o modelo mais eficaz, destacando informações importantes e facilitando sua aplicação, proporcionando também uma visão detalhada das estratégias que devem nortear o balanceamento do portfólio e permitir uma alocação adequada dos produtos.

Visando atender esta finalidade, foram identificados por meio da revisão de literatura os principais conceitos e modelos da gestão de portfólio, os critérios e ferramentas utilizados para facilitar o processo como um todo. Também foram apresentados os métodos multicritérios, seus aspectos e principais conceitos, e as aplicações multicritério no processo de seleção, priorização e classificação do portfólio em diversos cenários.

Conforme exposto na base teórica do estudo, existe uma gama conceitual a respeito de aplicações multicritério no processo de seleção, priorização do portfólio em diversos cenários, porém, há pouquíssimos estudos relacionados à gestão de portfólio, no que tange a classificação de produtos.

Dessa forma, agregando uma abordagem de apoio multicritério à decisão, para a classificação dos produtos que compõem o portfólio, por meio do método ELECTRE TRI, foi possível designar cada um dos produtos dentro das classes: produtos candidatos a excluir (C_1), produtos derivativos (C_2) e produtos com prioridade (C_3), com base nos critérios: tempo de mercado (g_1), vantagem competitiva (g_2), alinhamento estratégico (g_3) e margem de contribuição (g_4).

Contudo, a utilização do método ELECTRE TRI foi fundamental para classificar os produtos que compõem o portfólio, sob o foco de vários critérios, visando apresentar os produtos em determinadas categorias. Em relação ao modelo, este permitiu ao decisor uma visão estratégica mais clara para auxiliar na tomada de decisão com relação ao portfólio de produtos, visando um portfólio balanceado e compatível com as estratégias da empresa.

Por fim, o método proposto pode ser amplamente utilizado em situações de classificação de portfólio, onde a decisão pode ser tomada levando em consideração o produto individual e o desempenho do portfólio simultaneamente. A simplicidade da ferramenta, alinhada a um plano de gestão de portfólio com um processo simples de coleta de dados podem trazer benefícios imensuráveis para as organizações. Além disso, o fato do método ELECTRE TRI possuir anos de estudos e aplicações trazem para o processo um grau de maturidade, que pode deixar os decisores mais confiantes quanto ao uso de ferramentas de gestão.

Com o objetivo de aperfeiçoar o presente estudo, é necessário o desenvolvimento de novos trabalhos para ampliar a abordagem do problema de decisão. Devido ao estudo ter classificado apenas os produtos de uma família, o que pode ser considerado como uma limitação neste trabalho, como sugestão para futuros trabalhos, seria a aplicação do modelo proposto para as demais famílias de produtos, visto que a empresa possui uma extensa gama de produtos divididos em diversas famílias.

Outra sugestão seria, a aplicação do modelo em outros setores que lidam com o problema relacionado a gestão de portfólio, de preferência que envolva um maior número de decisores no processo, onde as preferências possivelmente conflitantes possam ser incorporadas.

Cita-se também o desenvolvimento de estudo que façam a classificação dos produtos por meio dos métodos tradicionais da gestão de portfólio atrelados aos métodos de apoio multicritério, visando uma comparação da classificação dos resultados.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, M. O. *et al.* An empirical study of portfolio management and Kanban in agile and lean software companies. **Journal of software-evolution and process**, v. 29, n. 6, SI, jun. 2017.
- ALMEIDA, A. T. **Processo de Decisão nas Organizações: Construindo Modelos de Decisão Multicritério**. Editora Atlas, 2013.
- ALMEIDA, A. T. **O conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio à decisão**. 2. ed. Recife: Editora Universitária UFPE, 2011.
- ARAÚJO, A. G.; ALMEIDA, A. T. Apoio à decisão na seleção de investimentos em petróleo e gás: uma aplicação utilizando o método PROMETHEE. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 4, p. 534–543, 2012.
- ARAÚJO, J. J.; AMARAL, T. M. Aplicação do método ELECTRE I para problemas de seleção envolvendo projetos de desenvolvimento de software livre. **Revista GEPROS**, v. v. 11, n. n.2, p. 121–137, 2015.
- ARCHER, N. P.; GHASEMZADEH, F. **International Journal of Project Management**, v. 17, n. 4, p. 207-216, 1999.
- BEHZADIAN, M. et al. PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. **European Journal of Operational Research**, v. 200, n. 1, p. 198–215, 2010.
- BELTON, V.; STEWART, T. J. **Multiple Criteria Decision Analysis**. Kluwer Academic Publishers, 2002.
- BITMAN, W.; SHARIF, N. A conceptual framework for ranking R&D projects. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 55, n. 2, p. 267–278, 2008.
- BRANS, J-P.; MARESCHAL, B. PROMETHEE methods. In: **Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys**. Springer, New York, NY, 2005. p. 163-186.
- BRAUM, C. A. **Adaptação de modelo de gestão de portfólio de produtos para indústria farmacêutica**. 2014. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2014.
- CARVALHO, M. M.; LOPES, P. V. B. V. L.; MARZAGÃO, D. S. L. Gestão de portfólio de projetos: contribuições e tendências da literatura. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 2, p. 433–454, 2013.
- CASTRO, H. G.; CARVALHO, M. M. Gerenciamento do portfólio de projetos (PPM): estudos de caso. **Production**, v. 20, n. 3, p. 303–321, 2010a.
- CASTRO, H. G.; CARVALHO, M. M. Gerenciamento do portfólio de projetos: um estudo exploratório. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 2, p. 283–296, 2010b.
- CAUCHICK MIGUEL, P. A Case Study on Portfolio Management Implementation and Its Relation with Product Development Process in a Company from the Process Industry. **Technology Management for the Global Future - PICMET 2006 Conference**, n. c, p. 2724–2731, 2006.
- CAUCHICK MIGUEL, P. A. Implementação da gestão de portfólio de novos produtos: um estudo de caso. **Produção**, v. 18, n. 2, p. 388–404, 2008.

- CAUCHICK MIGUEL, P. A. Portfolio management and new product development implementation: A case study in a manufacturing firm. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 25, p. 10–23, 2008.
- CAUCHICK MIGUEL, P. A. Portfolio management and new product development implementation: A case study in a manufacturing firm. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 25, n. 1, p. 10–23, 2008.
- CAVALCANT, C. A. V.; ALMEIDA, A. T. Modelo multicritério de apoio a decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando PROMETHEE II em situações de incerteza. **Pesquisa Operacional**, v. 25, n. 2, p. 279-296, 2005.
- CHAO, R. O.; KAVADIAS, S. A Theoretical Framework for Managing the New Product Development Portfolio: When and How to Use Strategic Buckets. **Management Science**, v. 54, n. 5, p. 907–921, 2008.
- CHATTERJEE, K.; HOSSAIN, S. A; KAR, S. Priorização de propostas de projetos em gestão de portfólio utilizando fuzzy AHP. **Opsearch**, v. 55, n. 2, pág. 478-501, 2018.
- CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. Managing New Product and Process Development. **The Free Press**, New York, 1993.
- COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. New product portfolio management: Practices and performance. **Journal of product innovation management**, v. 16, n. 4, p. 333–351, jul. 1999.
- COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. Portfolio Management in New Product Development: Lessons from the Leaders: Part I. **Research Technology Management**, v. 40, p. 16–28, 1997a.
- COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. Portfolio Management in New Product Development: Lessons from the Leaders: Part II. **Research Technology Management**, v. 40, p. 16–28, 1997b.
- COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. Portfolio Management: Fundamental for New Product Success Product Innovation Best Practices Series. **The PDMA toolbox for new product development**, v. 9, p. 331-364, 2002.
- COOPER, R.; EDGETT, S.; KLEINSCHMIDT, E. Portfolio management for new product development: Results of an industry practices study. **R and D Management**, v. 31, n. 4, p. 361–380, 2001.
- CRISTOFARI JÚNIOR, C. A.; PAULA, I. C.; FOGLIATTO, F. S. Método de análise de maturidade e priorização de melhorias na gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos. **Production**, v. 20, n. 3, p. 359–377, 2010.
- DANESH, D.; RYAN, M. J.; ABBASI, A. A systematic comparison of multi-criteria decision-making methods for the improvement of project portfolio management in complex organisations. **International Journal of Management and Decision Making**, v. 16, n. 3, p. 280-320, 2017.
- DANILEVICZ, Â. M. F.; RIBEIRO, J. L. D. Um modelo quantitativo para a gestão da inovação em portfólio de produtos. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 1, p. 59–75, 2013.

- DIAS, L. C.; MOUSSEAU, V. IRIS: um SAD para problemas de classificação baseado em agregação multicritério. **Anais... III Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação**, Coimbra, p. 20-22, 2002.
- DICKINSON, M. W.; THORNTON, A. C.; GRAVES, S. Technology portfolio management: Optimizing interdependent projects over multiple time periods. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 48, n. 4, p. 518–527, 2001.
- ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; PINTO, H. M. Processo de Investigação e Análise Bibliométrica: Avaliação da Qualidade dos Serviços Bancários. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 17, n. 3, p. 325-349, 2013.
- GHASEMZADEH, F.; ARCHER, N. P. Project portfolio selection through decision support. **Decision Support Systems**, v. 29, n. 1, p. 73–88, 2000.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: [s.n.], 2010.
- GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. **Tomada de Decisão Gerencial: o Enfoque Multicritério**. Rio de Janeiro: Atlas, 2012.
- GUTJAHR, W. J *et al.* Multi-objective decision analysis for competence-oriented project portfolio selection. **European Journal of Operational Research**, v. 205, n. 3, p. 670-679, 2010.
- HASHEMIZADEH, A.; JU, Y. Project portfolio selection for construction contractors by MCDM–GIS approach. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 16, n. 12, p. 8283-8296, 2019.
- JAHAN, A.; EDWARDS, K. L. Uma pesquisa de ponta sobre a influência das técnicas de normalização no ranking: Melhorando o processo de seleção de materiais no projeto de engenharia. **Materials & Design (1980-2015)**, v. 65, p. 335-342, 2015.
- JUGEND, D. et al. Product portfolio management and performance: Evidence from a survey of innovative Brazilian companies. **Journal of Business Research**, v. 69, n. 11, p. 5095–5100, 2016.
- JUGEND, D.; DA SILVA, S. L. Product-portfolio management: A framework based on methods, organization, and strategy. **Concurrent Engineering Research and Applications**, v. 22, n. 1, p. 17–28, 2014.
- JUGEND, D.; LEONI, J. N. Product Portfolio Management in Brazilian Technology-based Companies: Case Studies in Medium and Large Companies. **Procedia Manufacturing**, v. 3, p. 6528–6535, 2015.
- KENDALL, G. I.; ROLLINS, S. C. **Advanced Project Portfolio Management and PMO Multiplying ROI at Warp Speed**. J. Roos Publishing International Institute for Learning, Boca Raton, Florida, 2003.
- KESTER, L.; HULTINK, E. J.; GRIFFIN, A. An empirical investigation of the antecedents and outcomes of NPD portfolio success. **Journal of Product Innovation Management**, v. 31, n. 6, p. 1199–1213, 2014.

- KILLEN, C. P.; HUNT, R. A.; KLEINSCHMIDT, E. J. Project portfolio management and enterprise decision making: Benchmarking practices and outcomes. In: **11th Annual Conference of the Asia-Pacific-Decision-Sciences-Institute**. ASIA PACIFIC DECISION SCIENCES INST, 2006.
- KIRANMAYI, P.; MATHIRAJAN, M. Um modelo conceitual de avaliação multidimensional para o gerenciamento de portfólio de novos produtos - usando o modelo fuzzy híbrido de AHP-DEA. In: **2014 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**. IEEE, 2014. p. 1182-1186.
- LACERDA, F. M.; MARTENS, C. D. P.; CHAVES, M. S. Gestão de portfólio de projetos: proposição de um modelo conceitual. **Revista Gestão & Tecnologia**, n. 1, p. 2177-6652, 2014.
- LACERDA, F. M.; MARTENS, C. D. P.; FREITAS, H. M. R. A Project Portfolio Management model adapted to non-profit organizations. **Project Management Research and Practice**, v. 3, p. 5120, 2016.
- LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. A performance measurement framework in portfolio management: A constructivist case. **Management Decision**, v. 49, n. 4, p. 648-668, 2011.
- LEE, H.; KIM, C.; PARK, Y. Evaluation and management of new service concepts: An ANP-based portfolio approach. **Computers & Industrial Engineering**, v. 58, n. 4, p. 535-543, 2010.
- LIN, C.; HSIEH, P. J. A fuzzy decision support system for strategic portfolio management. **Decision Support Systems**, v. 38, n. 3, p. 383-398, 2004.
- LIN, C-To. New product portfolio selection using fuzzy logic. In: **2007 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**. IEEE, 2007. p. 114-118.
- LOCH, C. H.; KAVADIAS, S. Dynamic Portfolio Selection of NPD Programs Using Marginal Returns. **Management Science**, v. 48, n. 10, p. 1227-1241, 2002.
- LOOS, M. J.; CAUCHICK MIGUEL, P. A. Proposta de seleção e priorização do portfólio de novos produtos em uma empresa têxtil. **Production**, v. 26, n. 4, p. 801-817, 2016.
- MARTINSUO, M. Project portfolio management in practice and in context. **International Journal of Project Management**, v. 31, n. 6, p. 794-803, 2013.
- MASOUMI, R.; TOURAN, A. A framework to form balanced project portfolios. In: **Construction Research Congress 2016**. 2016. p. 1772-1781.
- MICALE, R. *et al.* A proposal for sorting a projects portfolio through the ELECTRE TRI method focused on the European strategy. **The Journal of Modern Project Management**, v. 7, n. 3, 2019.
- MIKKOLA, J. H. Portfolio management of R&D projects: implications for innovation management. **Technovation**, v. 21, n. 7, p. 423-435, jul. 2001.
- MOUSSEAU, V.; SLOWINSKI, R. Inferring an ELECTRE TRI Model from Assignment Examples. **Journal of Global Optimization**, v. 12, p. 157-174, 1998.
- MOREIRA, R. A.; CHENG, L. C. Proposal of managerial standards for new product portfolio management in Brazilian pharmaceutical companies. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 46, n. 1, p. 53-66, 2010.

- MOTA, C. M. M.; ALMEIDA, A. T.; ALENCAR, L. H. A multiple criteria decision model for assigning priorities to activities in project management. **International Journal of Project Management**, v. 27, n. 2, p. 175–181, 2009.
- OENING, F. F.; SILVA, T.; OLIVEIRA G. A. A Gestão de Portfólio e a Manufatura Enxuta: Uma Análise no Contexto da Indústria de Utensílios de Alumínio. In: CONGRESSO DE SISTEMAS LEAN, 8., 2018, Florianópolis. Anais... Florianópolis: 2018.
- OH, J.; YANG, J.; LEE, S. Managing uncertainty to improve decision-making in NPD portfolio management with a fuzzy expert system. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 10, p. 9868–9885, 2012.
- OLIVEIRA, M. G.; ROZENFELD, H. Integrating technology roadmapping and portfolio management at the front-end of new product development. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 77, n. 8, p. 1339–1354, 2010.
- PADOVANI, M.; CARVALHO, M. M. DE; MUSCAT, A. R. N. Seleção e alocação de recursos em portfólio de projetos: estudo de caso no setor químico. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 1, p. 157–180, 2010.
- PEDROSO, C.; PAULA, I. C. DE; SOUZA, J. S. Análise comparativa de ferramentas de gestão de portfólio: um estudo de caso na indústria alimentícia. **Production**, v. 22, n. 4, p. 637–650, 2012.
- PMI, PROJECT MANAGEMENT INTITUTE. **A guide to the Project management body of knowledge (PMBok Guide)**. Fourth Edition. Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, 2008.
- RABECHINI JR, R.; MAXIMIANO, A. C. A.; MARTINS, V. A. A adoção de gerenciamento de portfólio como uma alternativa gerencial: o caso de uma empresa prestadora de serviço de interconexão eletrônica. **Production**, v. 15, n. 3, p. 416–433, 2005.
- REGINALDO, F. Portfolio Management in Brazil and a Proposal for Evaluation and Balancing of Portfolio Projects with ELECTRE TRI. **Procedia Computer Science**, v. 55, p. 1265-1274, 2015.
- RELICH, M.; PAWLEWSKI, P. A fuzzy weighted average approach for selecting portfolio of new product development projects. **Neurocomputing**, v. 231, p. 19-27, 2017.
- ROY, B. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding**. London: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- ROZENFELD, H et al. Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.
- SAATY, T. L. “**Método de Análise Hierárquica**”, Tradução de Wainer da Silveira e Silva. São Paulo: McGraw-Hill, Makron. 1991.
- SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International journal of services sciences**, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.
- SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. New York: McGraw-Hill International, 1980.
- SAATY, T. L. **Decision making for leaders**. Pitts burg, USA: WS. Publications, 2000.
- SAATY, T. L. **Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks**. RWS publications, 2005.

- SHENHAR, A. J. et al. Project Success: A Multidimensional Strategic Concept. **Long range planning**, v. 34, n. 6, p. 699-725, 2001.
- SOBRAL, M. F. F. Uso da modelagem multicritério para apoio ao decisor na alocação de produtos na matriz mercadológica do ciclo de vida dos produtos. **Exacta**, v. 11, n. 2, p. 173-186, 2013.
- SZAJUBOK, N. K; ALENCAR, L. H; ALMEIDA, A. T. Modelo de gerenciamento de materiais na construção civil utilizando avaliação multicritério. *Production*, v. 16, n. 2, p. 303-318, 2006.
- TOLONEN, A. et al. Product portfolio management - Targets and key performance indicators for product portfolio renewal over life cycle. **International Journal of Production Economics**, v. 170, p. 468–477, 2015.
- TROJAN, F.; MARÇAL, R. F. M.; BARAN, L. R. Classificação dos tipos de Manutenção pelo Método de Análise Multicritério Electre TRI. **VLX SBPO**, p.343-357, 2013.
- UOTANI; HAMZA; BONTEMPO. Ferramentas de gestão de portfólio e suas contribuições para a elaboração de estratégias de crescimento e estratégias competitivas—estudo de caso. **Jovens Pesquisadores-Mackenzie**, v. 11, n. 2, 2015.
- VARGAS, R. V. Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process-AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. In: **PMI Global Congress**. sn, 2010.
- VENKATESH, V.; BROWN, S. A.; BALA, H. Bridging the qualitative-quantitative divide: Guidelines for conducting mixed methods research in information systems. **MIS quarterly**, p. 21-54, 2013.
- VOSS, M. Impact of customer integration on project portfolio management and its success—Developing a conceptual framework. **International Journal of Project Management**, v. 30, n. 5, p. 567–581, 2012.
- YANG, Y.; XU, D.-L. A methodology for assessing the effect of portfolio management on NPD performance based on Bayesian network scenarios. **Expert Systems**, v. 34, n. 2, p. e12186, 2017.